



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Catarina Pires Pereira

**Desenvolvimento de um processo de  
abastecimento de componentes à produção  
numa indústria de calçado**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

**Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa**

Julho de 2019

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### **Licença concedida aos utilizadores deste trabalho**



**Atribuição-NãoComercial-Compartilhalgual**

**CC BY-NC-SA**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## **AGRADECIMENTOS**

Apesar da dissertação de mestrado ser um trabalho de cariz individual, não seria possível sem o envolvimento de diversas pessoas, às quais quero expressar o meu agradecimento pela ajuda e apoio na realização deste projeto.

Ao Professor Doutor Rui Sousa, orientador da dissertação, pela disponibilidade demonstrada para acompanhar o projeto e pela sabedoria que partilhou comigo.

À ECCO Portugal por possibilitar a realização da minha dissertação de mestrado na empresa e a todos os colaboradores que se disponibilizaram para me ajudar ao longo deste período, em especial ao meu orientador, Engenheiro Ricardo Tavares.

Ao Leonardo, pelo amor, carinho e paciência. Por partilhar comigo esta jornada e pela força e motivação. Obrigada por tudo.

Por fim, um agradecimento especial aos meus pais, por me proporcionarem a oportunidade de realizar todo o meu percurso académico e pelo apoio.

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## RESUMO

A presente dissertação resultou de um projeto individual em ambiente empresarial, no âmbito do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial. O objetivo do projeto consistiu na melhoria do sistema de abastecimento de componentes à produção, numa indústria de calçado. O projeto seguiu a metodologia *Action Research*, iniciando pela revisão bibliográfica, focando-se em logística, *Lean Production* e políticas de abastecimento interno. Em simultâneo, procedeu-se à análise do sistema de abastecimento de componentes à produção em vigor na empresa. Esta análise consistiu na caracterização e descrição detalhada do processo, resultando na identificação de problemas, como a inexistência de trabalho *standard* por parte dos operadores logísticos, deslocações excessivas e faltas de componentes na produção. Para além disso, existe uma grande dificuldade no abastecimento quando há mudanças de produto e foram encontrados desperdícios em certos postos de trabalho, devido à forma como os componentes eram abastecidos. O *layout* e organização do supermercado, onde ocorre o *picking* dos componentes, mostrou-se ineficiente, resultando em grandes distâncias percorridas, erros de *picking* e situações de perigo para os operadores logísticos. Foi proposto um sistema híbrido *kitting-kanban*, com o apoio de *mizusumashi*, para o abastecimento de componentes à produção, que não foi possível implementar. No entanto, foi alterado o modo como os componentes eram abastecidos em dois postos de trabalho, assim como o *layout* do supermercado, tendo sido introduzidas práticas de gestão visual. A implementação do sistema de abastecimento traria a redução de 60% na distância percorrida pelos operadores logísticos e um ganho de 6,8 horas por dia para a realização de outras atividades. Assume-se que este sistema traria reduções significativas nas faltas de componentes nas linhas de produção e facilitaria o abastecimento aquando da mudança de produto, entre outras melhorias. A alteração da forma de abastecimento em dois postos de trabalho reduziu o tempo de reposição dos componentes no bordo de linha (83% e 91%) e o *stock* de *shanks* em 37%. A mudança no *layout* tornou o *picking* mais rápido e seguro, e a introdução de gestão visual eliminou erros e tempo perdido à procura dos componentes.

## PALAVRAS-CHAVE

*Kanban, Kitting, Lean Production, Logística Interna*

## **ABSTRACT**

This dissertation is the result of an individual project developed in an industrial environment, as part of the Integrated Master in Industrial Engineering and Management. The main objective of this project was the improvement of the part-feeding system to the production lines, in a footwear industry. The methodology used was Action-Research, beginning with the bibliographic review, which focus was logistics, Lean Production and part-feeding policies.

Simultaneously, a diagnosis and analysis of the company's current part-feeding system was carried out, consisting in the characterization and detailed description of this process. This analysis resulted in the identification of problems, such as the lack of standard work by logistical operators, excessive motion and lack of components in production. Furthermore, there are difficulties in part supply to the production lines when there are changes in production, and waste was found in workstations due to the way components are supplied. The layout and organization of the supermarket, where the picking occurs, was inefficient, resulting in excess motion, picking errors and danger situations to the logistic operators.

As a proposed improvement, a hybrid kitting-kanban part-feeding system, with the support of mizusumashi, was developed, but it was not possible to implement it. However, the way components were supplied to two workstations was changed, as well as the supermarket's layout, that also benefited with the introduction of visual management techniques.

The implementation of the new part-feeding system would bring to the company a 60% reduction in the distance travelled by the logistic operators and 6,8 hours gain a day to the execution of other activities. It is assumed that this system would also bring significant reductions to the lack of components in the production lines and facilitate the supply when there are changes in production, among other improvements. The change of the way components are supplied to two workstations reduced the restitution time of this components to the line side (83% and 91%), and the stock of shanks in 37%. The layout change allowed for a faster and safer picking process, and the introduction of visual management techniques eradicated picking errors and wasted time searching for components.

## **KEYWORDS**

Kanban, Kitting, Lean Production, Internal Logistics

## ÍNDICE

Agradecimentos .....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vi
Índice de Tabelas.....	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	1
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia .....	2
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão de Literatura .....	5
2.1 Logística .....	5
2.1.1 Logística Interna .....	6
2.1.2 <i>Milk Run</i> .....	9
2.2 <i>Lean Production</i> .....	11
2.2.1 <i>Toyota Production System</i> .....	11
2.2.2 Desperdícios .....	15
2.2.3 Princípios <i>Lean Thinking</i> .....	17
2.2.4 Técnicas e ferramentas <i>Lean</i> .....	18
2.3 Sistemas de controlo de produção .....	20
2.3.1 Produção <i>pull</i> .....	20
2.3.2 Produção <i>push</i> .....	23
2.4 Abastecimento interno de materiais.....	25
2.4.1 <i>Kanban</i> .....	25
2.4.2 <i>Line stocking</i> .....	27
2.4.3 <i>Kitting</i> .....	28
2.4.4 Políticas híbridas.....	29
3. Apresentação da Empresa .....	31

3.1	Grupo ECCO .....	31
3.2	ECCO'let Portugal .....	32
3.2.1	Instalações e Estrutura Organizacional .....	32
3.2.2	Planeamento e programação da produção .....	32
3.2.3	Descrição geral do processo produtivo.....	33
4.	Descrição e análise do processo de abastecimento de componentes.....	37
4.1	Descrição do processo de abastecimento de componentes.....	37
4.1.1	Tipos e necessidades de componentes.....	38
4.1.2	Método de abastecimento.....	41
4.1.3	Organização do <i>buffer</i> de componentes.....	44
4.2	Análise crítica e identificação de problemas no abastecimento de componentes ..	45
4.2.1	Inexistência de um <i>standard</i> de abastecimento.....	46
4.2.2	Esquecimento dos componentes a abastecer .....	49
4.2.3	Dificuldade de abastecimento no processo de mudança de produto .....	50
4.2.4	Faltas de componentes nas mini-fábricas.....	50
4.2.5	Transportes e movimentações excessivos .....	51
4.2.6	Falta de gestão visual nos carros de abastecimento .....	52
4.2.7	Desperdícios no abastecimento dos postos de trabalho .....	53
4.2.8	Ineficiências no processo de <i>picking</i> das caixas.....	56
4.2.9	Síntese dos problemas identificados .....	58
5.	Desenvolvimento e implementação de propostas de melhoria .....	60
5.1	Redefinição do sistema de abastecimento dos componentes.....	60
5.1.1	<i>Kitting</i> .....	61
5.1.2	<i>Kanban</i> .....	65
5.1.3	<i>Mizusumashi</i> .....	71
5.1.4	Gestão visual nos carros de abastecimento.....	75
5.2	Nova forma de abastecimento dos componentes nos postos de trabalho .....	76
5.2.1	Divisórias .....	76
5.2.2	<i>Shanks</i> .....	77



5.3	Melhoria no processo de <i>picking</i> das caixas .....	78
5.3.1	Alteração do <i>layout</i> .....	78
5.3.2	Aplicação de técnicas de gestão visual .....	79
6.	Análise de Resultados .....	82
6.1	Novo sistema de abastecimento .....	82
6.1.1	Redução da distância percorrida.....	82
6.1.2	Redução dos pedidos e faltas de componentes .....	83
6.1.3	Tempo disponível para outras atividades .....	83
6.1.4	Outros resultados.....	84
6.2	Nova forma de abastecimento de componentes.....	84
6.2.1	Redução do tempo de reabastecimento do bordo de linha com <i>shanks</i> .....	85
6.2.2	Redução do <i>stock</i> de <i>shanks</i> nos postos de trabalho .....	85
6.2.3	Redução do tempo de reabastecimento do bordo de linha com Divisórias.....	86
6.3	Alteração do <i>layout</i> e aplicação de gestão visual no <i>buffer</i> .....	86
6.3.1	Diminuição do tempo necessário para o <i>picking</i> das caixas.....	86
6.3.2	Eliminação de erros no <i>picking</i> das caixas .....	87
6.3.3	Outros resultados.....	87
7.	Conclusões .....	88
7.1	Considerações finais .....	88
7.2	Trabalhos futuros .....	90
8.	Referências Bibliográficas .....	91
	Anexo I – Organograma da ECCO’let Portugal .....	95
	Anexo II – Grupos analisados .....	96
	Anexo III – Diagramas de Esparguete.....	98
	Anexo IV – Tempos associados aos carros tubulares.....	100
	Anexo V – Fluxograma para criação da ferramenta informática .....	102
	Anexo VI – Rotas de abastecimento .....	103
	Anexo VII – Pausas dos operadores .....	109
	Anexo VIII – <i>Standard Work Combination Sheets</i> para o abastecimento.....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Trinómio das dimensões da logística (adaptado de Carvalho et al., (2002)).....	6
Figura 2 - Atividades da logística interna (adaptado de Carvalho et al. (2002)).....	7
Figura 3 - Representação de Milk Run (adaptado de (Brar & Saini, 2011)) .....	9
Figura 4 - Casa TPS (adaptado de (Liker, 2004)).....	12
Figura 5 - Produção nivelada (a) e por lotes (b) (Monden, 1998).....	15
Figura 6 - Modeloo "4P" (adaptado de (Liker, 2004)) .....	15
Figura 7 - Princípios do Pensamento Lean .....	17
Figura 8 - Inputs e Outputs do sistema MRP.....	23
Figura 9 - Esquema do sistema kanban (adaptado de Caputo, Pelagagge, & Salini (2015)) ...	26
Figura 10 - Esquema de line stocking (adaptado de Kilic & Durmusoglu (2015)).....	27
Figura 11 - Esquema de kitting (adaptado de Caputo et al. (2015)) .....	28
Figura 12 - Logótipo da ECCO .....	31
Figura 13 - Valores da ECCO. ....	31
Figura 14 - Layout das instalações da ECCO'let Portugal .....	32
Figura 15 - Layout da zona produtiva.....	34
Figura 16 - Layout das mini-fábricas .....	35
Figura 17 - Componentes que podem ser encontrados nos carros tubulares .....	35
Figura 18 - Set de carros tubulares .....	36
Figura 19 - Layout do buffer de componentes.....	37
Figura 20 - Percentagem de grupos de sapatos que necessita de cada componente.....	40
Figura 21 - Produção semanal do mês de setembro .....	40
Figura 22 - Produção diária de 17/09 a 21/09 de 2018 .....	41
Figura 23 - Esquema do abastecimento de materiais.....	42
Figura 24 - Carros de abastecimento 1 (a) e 2 (b).....	42
Figura 25 - Pontos de abastecimento das mini-fábricas .....	43
Figura 26 - Percentagem de tempo gasta em cada atividade.....	44
Figura 27 - Layout do buffer (caixas).....	45
Figura 28 - Comparação das percentagens de tempos gastos pelos diferentes OLS .....	46
Figura 29 - Tempos de ciclo de cada OL.....	48
Figura 30 - Tempo em espera pelos OLS .....	49

Figura 31 - Ocorrências de falta de componentes .....	51
Figura 32 - Diagramas de esparguete. Turno da manhã (a) e da tarde (b).....	52
Figura 33 - Carro de abastecimento .....	53
Figura 34 - Divisórias nas caixas .....	53
Figura 35 - Posto de trabalho dedicado ao embalamento.....	54
Figura 36 - Stock de shanks junto ao posto de trabalho.....	55
Figura 37 - Análise da quantidade consumida de cada referência de caixa .....	56
Figura 38 - Análise da quantidade de ordens que necessitavam de cada caixa .....	57
Figura 39 - Layout da zona das caixas. Filas com acessibilidade reduzida (a cinzento).....	58
Figura 40 - Main card .....	61
Figura 41 - Linha temporal da produção .....	63
Figura 42 - Protótipo do quadro para identificação das linhas.....	64
Figura 43 - Esquema da lista de picking .....	65
Figura 44 - Consumo de pitões de 3/09 a 21/11 de 2018.....	67
Figura 45 - Produção diária de 03/09/18 a 22/03/19 .....	68
Figura 46 - Protótipo do sistema de identificação visual da necessidade de reposição.....	70
Figura 47 - Cartão kanban .....	70
Figura 48 - Possíveis rotas de abastecimento. ....	71
Figura 49 - Protótipo da caixa de nivelamento (Mini-fábricas 1 e 2).....	73
Figura 50 - Fluxograma da criação e utilização das listas de picking .....	74
Figura 51 - Caracterização do sistema de picking. ....	74
Figura 52 - Protótipo do carro 1 com etiquetas identificativas .....	76
Figura 53 - Nova configuração do bordo de linha.....	77
Figura 54 - Caixa para abastecimento de shanks atual (direita) e proposta (esquerda) .....	77
Figura 55 - Representação do novo layout da zona das caixas.....	79
Figura 56 - Quadro de gestão visual.....	80
Figura 57 - Etiquetas identificativas das paletes de caixas .....	80
Figura 58 - Organograma da ECCO Portugal .....	95
Figura 59 - Diagrama de esparguete (Turno Manhã).....	98
Figura 60 - Diagrama de Esparguete (Turno da Tarde) .....	99
Figura 61 - Fluxograma para criação da ferramenta informática .....	102
Figura 62- Mini-fábricas 1 e 2: Rota 1 .....	103

Figura 63 - Mini-fábricas 1 e 2: Rota 2 .....	104
Figura 64 - Mini-fábricas 1 e 2: Rota 3 .....	105
Figura 65 - Mini-fábricas 3 e 4: Rota 1 .....	106
Figura 66 - Mini-fábricas 3 e 4: Rota 2 .....	107
Figura 67 - Mini-fábricas 3 e 4: Rota 3 .....	108
Figura 68 - Standard Work Combination sheet (operador logístico da MF1 e da MF2).....	110
Figura 69 - Standard Work Combination sheet (operador logístico da MF3 e da MF4).....	111

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Conceitos do picking.....	8
Tabela 2 - Categorias do picking.....	8
Tabela 3 - Exemplos de implementação de Mizusumashi .....	10
Tabela 4 - Benefícios da implementação de kanban.....	22
Tabela 5 - Comparação de políticas de abastecimento (adaptado de Caputo et al. (2015)).....	29
Tabela 6 - Componentes abastecidos a partir do buffer.....	38
Tabela 7 - Descrição das atividades dos operadores logísticos.....	44
Tabela 8 - Tempos associados ao processo de abastecimento.....	47
Tabela 9 - Ocupação dos operadores logísticos .....	49
Tabela 10 – Quantidade de shanks em stock.....	55
Tabela 11 - Síntese dos problemas identificados.....	58
Tabela 12 - Componentes abastecidos por kanban .....	66
Tabela 13 - Procura de pitões.....	67
Tabela 14 - Produção diária e horária .....	68
Tabela 15 - Distância percorrida por rota. ....	72
Tabela 16 - Horários de abastecimento (Mini-fábrica 1 e 2).....	72
Tabela 17 - Horários de abastecimento (Mini-fábrica 3 e 4).....	73
Tabela 18 - Distâncias percorridas na situação inicial.....	82
Tabela 19 - Distâncias percorridas com o novo sistema de abastecimento .....	82
Tabela 20 - Resultado em termos de distância percorrida .....	83
Tabela 21 - Tempo disponível para outras atividades.....	84
Tabela 22- Resultado do tempo de reabastecimento do bordo de linha (shanks).....	85
Tabela 23 - Stock de pares de shanks após melhoria.....	85
Tabela 24 - Resultado em termos de stock de shanks .....	86
Tabela 25 - Resultado do tempo de reabastecimento do bordo de linha (divisórias).....	86
Tabela 26 - Total do tempo ganho por dia .....	86
Tabela 27 - Designação das famílias analisadas .....	96
Tabela 28 - Famílias de sapatos que utilizam cada componente.....	97
Tabela 29 - Tempos de construção dos sets de carros dos tubulares.....	100
Tabela 30 - Tempo de ciclo para moldar um set de carros dos tubulares .....	101
Tabela 31 - Horário das pausas dos operadores .....	109

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

FIFO – *First-In-First-Out*

JIT – *Just-In-Time*

MF – Mini-fábrica

MRP – *Material Requirements Planning*

OL – Operador Logístico

RFID – *Radio Frequency Identification*

TPS – *Toyota Production System*

WIP – *Work-In-Process*

## 1. INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo introduzir o tema da dissertação, apresentando o seu enquadramento e os principais objetivos. Para além disso, é complementado com a descrição da metodologia utilizada e a estrutura da dissertação.

### 1.1 Enquadramento

Atingir excelência na logística tornou-se uma força de diferenciação competitiva para as empresas, uma vez que começou a ser vista como uma forma de enaltecer o produto ou serviço oferecido e não só como fonte de redução de custos (Mentzer, Soonhong, & Bobbitt, 2004). Assim, a definição de um processo de logística interna eficiente, pode ser considerada uma vantagem competitiva da empresa, permitindo um sistema de abastecimento de materiais na produção eficaz e eficiente, de forma a não existir falta de materiais, atrasos e paragens de produção (Brar & Saini, 2011).

Como forma de melhorar o sistema de logística interna, as empresas podem optar por utilizar a metodologia organizacional *Lean Production*, que tem como objetivo eliminar todos os tipos de desperdício e criar valor, ou seja, “*doing more with less*” (Shingo, 1989; Womack, Jones, & Roos, 1990), a partir da aplicação de um conjunto de práticas. Está intimamente relacionado com o sistema de produção desenvolvido por Taiichi Ohno - *Toyota Production System* (TPS) (Holweg, 2007), desenvolvido após a segunda guerra mundial.

Tendo em conta a competitividade crescente na indústria, torna-se fulcral a eliminação de atividades que não adicionam valor aos produtos (Kilic, Durmusoglu, & Baskak, 2012) em todas as áreas da empresa, incluindo a logística interna. Ou seja, é necessário implementar soluções que permitam que o abastecimento interno (função da logística interna) garanta que os materiais estão disponíveis, atempadamente, na produção, obtendo simultaneamente redução de custos.

O processo de abastecimento interno de componentes às linhas de produção e a forma como este é realizado, assume-se de elevada importância, pois o seu nível de eficiência e eficácia influencia a performance da produção (Caputo & Pelagagge, 2011). Se o abastecimento de materiais não estiver devidamente planeado e balanceado, podem ocorrer paragens de produção devido a faltas de materiais (Takvir, 2018).

Assim, surge o presente projeto de dissertação, realizado na empresa ECCO'let Portugal, que se dedica à fabricação de calçado. Esta empresa está localizada em São João de Ver, e conta com cerca de 1.250 colaboradores. Este projeto foi proposto com o intuito de providenciar soluções que melhorem todas as partes integrantes do sistema de abastecimento de componentes às linhas de produção, a partir do *buffer* de componentes, sendo que atualmente não existe um processo estável e normalizado. Métodos e ferramentas que se enquadrem na filosofia *Lean*, serão utilizados.

## 1.2 Objetivos

O principal objetivo do presente projeto de dissertação consiste na melhoria de todas as partes constituintes do sistema de abastecimento de componentes às linhas de produção, utilizando ferramentas e técnicas *Lean*. Assim, podem ser considerados como objetivos específicos:

- Criação de um processo *standard* para o abastecimento de componentes nas linhas de produção, por parte dos operadores logísticos;
- Redução do desperdício associado ao manuseamento e transporte de componentes nos postos de trabalho das linhas de produção.
- Aumento da eficiência e eficácia da atividade de *picking* no supermercado, por parte dos operadores logísticos.

## 1.3 Metodologia

O projeto de dissertação será elaborado em contexto empresarial, onde é requerido o desenvolvimento e implementação de melhorias para os processos existentes, especificamente, para o processo de abastecimento de componentes na produção. Por isso, será utilizada a metodologia *Action-Research* que é uma abordagem para resolução de problemas utilizada em situações reais que, como o próprio nome indica, baseia-se na ação (Coughlan & Coughlan, 2002), e promove mudança dentro da organização (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

O'Brien (1998) descreve as cinco etapas da metodologia *Action-Research*, previamente definidas por Susman & Evered (1978): 1) Diagnóstico; 2) Planeamento das ações; 3) Implementação das ações; 4) Avaliação; 5) Especificação de aprendizagem. Deve ter-se em



conta que estas etapas constituem um ciclo, que deve ser repetido até o problema estar resolvido (O'Brien, 1998). Como o trabalho de investigação será limitado no tempo, pelo facto de estar inserido no plano de trabalhos de um curso académico, o horizonte temporal será transversal. Enquadrado com a metodologia *Action-Research*, o projeto de dissertação seguirá as fases descritas de seguida.

A revisão de literatura constitui a fase inicial do trabalho de investigação e mostra-se de elevada importância, na medida em que serão adquiridas as bases teóricas que suportam o tópico de investigação. É nesta fase que será exposto o material publicado relevante para a área de estudo (Walliman, 2001), usando diversas fontes bibliográficas como, por exemplo, livros, artigos e casos de estudo. Após a seleção dos documentos mais pertinentes, a informação será sintetizada e será adotada uma perspetiva crítica da literatura.

Proceder-se-á, posteriormente, ao diagnóstico da situação atual, onde será avaliado o processo de abastecimento de componentes à produção em vigor, obtendo assim uma compreensão profunda dos métodos de trabalho dos operadores logísticos e das características dos componentes que têm de ser transportados. Recorrer-se-á a observação estruturada, a ferramentas *Lean*, e à análise de documentos disponibilizados pela empresa, com o intuito de encontrar os problemas associados a este processo.

A fase seguinte corresponde à elaboração e planeamento de propostas de melhoria. Tendo em consideração os problemas encontrados na fase anterior, serão elaboradas propostas de melhoria que visem eliminá-los.

Consequentemente, segue-se a implementação das propostas de melhoria e serão introduzidas novas práticas. Para a sua implementação terá de se trabalhar com todos os operadores envolvidos no abastecimento de componentes, de forma a que estes adquiram todo o conhecimento e compreensão necessários.

Com as soluções implementadas, deve avaliar-se o desempenho das mesmas através da quantificação das melhorias e comparação com o estado inicial, verificando se os objetivos iniciais foram alcançados.

Por fim, deve realizar-se a especificação de aprendizagem, onde serão tiradas conclusões sobre todo o projeto, identificando as descobertas gerais e definidos os trabalhos futuros, adotando uma mentalidade de melhoria contínua.

#### **1.4 Estrutura da dissertação**

A presente dissertação encontra-se dividida em 7 capítulos, sendo o primeiro a introdução, onde é feito o enquadramento do tema e são definidos os objetivos de investigação. Para além disso, este capítulo evidencia a metodologia de investigação utilizada, e apresenta a organização estrutural da dissertação.

No segundo capítulo está presente a revisão bibliográfica, onde são expostas as bases teóricas para o tema em questão e as contribuições científicas encontradas na literatura.

No terceiro capítulo é feita a apresentação e caracterização da empresa onde foi realizada a presente dissertação – ECCO’let Portugal.

No capítulo quatro é feita uma descrição e análise crítica, identificando problemas, da situação atual da empresa, no que concerne ao processo de abastecimento de componentes à produção.

No quinto capítulo são apresentadas as propostas de melhoria que foram elaboradas para colmatar os problemas identificados.

No capítulo seis é feita uma análise e discussão dos resultados provenientes das propostas de melhoria sugeridas.

Por fim, no sétimo capítulo são expostas as conclusões deste projeto de dissertação e é dada uma visão do trabalho futuro a desenvolver.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O presente capítulo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica de conceitos preponderantes para a realização do projeto de dissertação. Por conseguinte, serão abordados temas como a logística, focando-se na logística interna e no conceito *milk run*, e na metodologia *Lean Production*. Posteriormente, serão abordados dois sistemas de controlo e planeamento de produção – produção *pull* e produção *push* – finalizando com a identificação e explicação de abordagens utilizadas para o abastecimento interno de materiais ao processo produtivo.

### 2.1 Logística

O *Council of Supply Chain Management Professionals* define logística como “o processo que é responsável por planear, implementar e controlar os procedimentos para o eficiente e eficaz transporte e armazenamento de bens incluindo serviços, e informações relacionadas do ponto de origem até o ponto de consumo, com a finalidade de atender às necessidades do cliente. Essa definição inclui movimentos de entrada, saída, internos e externos” (CSCMP, 2013). Assim, numa ótica de inventário e gestão de *stocks*, a logística trata das questões da gestão de materiais, sejam bens finais, produtos semiacabados ou matéria-prima, que se encontram em movimento ou parados, trabalhando também os fluxos físicos e de informação, diretos e inversos (Carvalho et al., 2002).

Atingir excelência na logística tornou-se uma força de diferenciação competitiva para as empresas, na medida em que começou a ser encarada como uma forma de enaltecer o produto ou serviço oferecido e não só como fonte de redução de custos (Mentzer et al., 2004). Carvalho et al. (2002) propõe que as decisões no âmbito da gestão logística têm por base três dimensões centrais – o tempo, o custo e a qualidade do serviço. Existe a necessidade de equilibrar esta trilogia, recorrendo-se, maioritariamente, a *trade-offs*, sendo que se demonstra complexo obter melhorias nas três dimensões, simultaneamente.

Perante a dificuldade de conseguir melhorias em todos os domínios da trilogia, a conjugação de duas das dimensões do trinómio é uma forma de posicionar o sistema logístico da empresa, tornando-o mais focado e dotado (Carvalho et al., 2002). Deste modo, através de uma boa conjugação entre o tempo e o custo, o sistema logístico torna-se ágil (*agility*), capaz de

responder rapidamente a estímulos e mudanças externas, alterando-se para um novo estado estável. Por outro lado, uma boa conjugação entre o custo e a qualidade do serviço faz com que seja possível gerir o sistema sem excedentes, tornando o sistema tão eficiente que permite a redução dos custos, mantendo a qualidade do serviço prestado ao cliente elevada. Um sistema com estas características fortalece a vertente da leveza (*leanness*). Por fim, conjugando o tempo e a qualidade do serviço obtém-se um sistema logístico com elevada capacidade de resposta (*responsiveness*) que não compromete a qualidade do serviço oferecido ao cliente.

As três dimensões que têm de se ter em conta aquando da gestão logística e a relação entre elas, podem ser observadas na Figura 1.

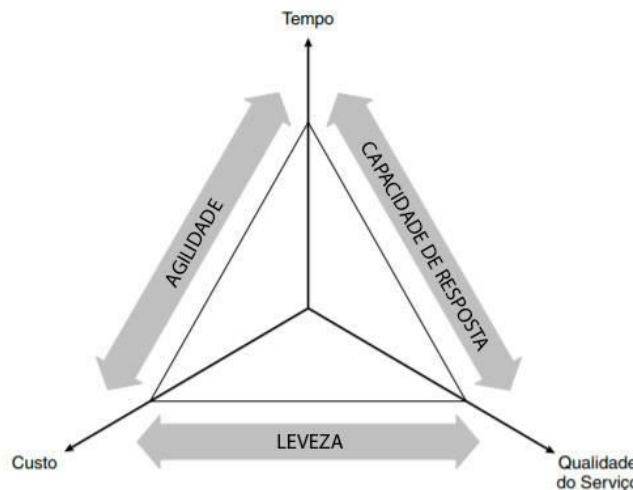


Figura 1 - Trinómio das dimensões da logística (adaptado de Carvalho et al., (2002))

### 2.1.1 Logística Interna

A logística interna de uma empresa lida com todas as tarefas pertinentes para o planeamento e controlo de todos os processos que estão relacionados com o fluxo de materiais, armazenamento e transporte interno (Gleissner & Femerling, 2014).

A definição de um processo de logística interna eficiente pode ser considerada uma vantagem competitiva da empresa, permitindo um sistema abastecimento de materiais na produção eficaz e eficiente, de forma a não existir falta de materiais, atrasos e paragens de produção (Brar & Saini, 2011).

Segundo Carvalho et al. (2002), a componente de armazenagem da logística interna de uma empresa divide-se nas atividades representadas na Figura 2, explicadas posteriormente.

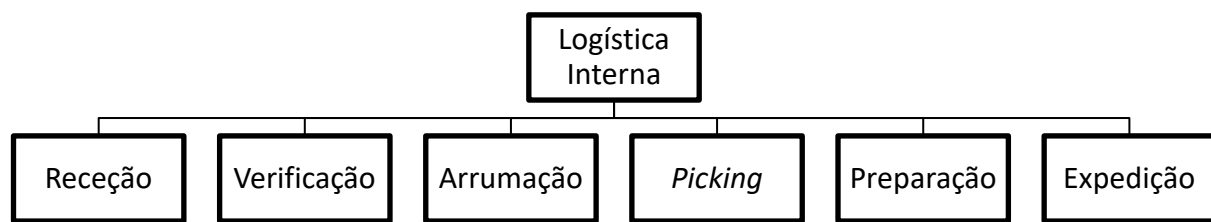


Figura 2 - Atividades da logística interna (adaptado de Carvalho et al. (2002))

- **Receção e verificação**

As atividades de receção consistem na programação das chegadas dos veículos e descarga da mercadoria, seguindo-se de uma conferência com a encomenda realizada. Se não existirem erros, é definido um local de armazenagem para a mercadoria e esta dará entrada no sistema de informação. Se forem detetados erros, deve iniciar-se o processo de devolução.

- **Arrumação**

A arrumação compreende a movimentação física e alocação dos produtos nos locais de armazenamento designados no armazém.

- **Picking**

A atividade de *picking* consiste na retirada de um dado número de itens do local onde se encontram armazenados, de forma a satisfazer as ordens de encomenda do cliente interno ou externo, no tempo certo e em boas condições (Carvalho et al., 2002; Vaughan, 2010).

Vários autores referem que a atividade de *picking* é um dos processos de logística interna de trabalho mais intensivo e que consome mais tempo, refletindo-se em custos elevados (Grosse & Glock, 2013; Rushton, Croucher, & Baker, 2010; Vaughan, 2010). Deste modo, tornar o sistema de *picking* eficiente mostra-se imprescindível para as operações logísticas da atualidade, de forma a reduzir os custos associados e, simultaneamente, aumentar a rapidez e o rigor do processo (Vaughan, 2010).

Existem três conceitos de *picking* que podem ser aplicados (Rushton et al., 2010), como se pode verificar na Tabela 1.

Tabela 1 - Conceitos do picking

Conceito	Descrição
<i>Pick-to-order</i>	O operador responsável pelo <i>picking</i> ( <i>picker</i> ) desloca-se por todo o armazém, até recolher todos os itens correspondentes a uma ordem. Quando termina uma ordem, passa para a seguinte, podendo assim deslocar-se várias vezes à mesma localização.
<i>Batch picking</i>	Neste sistema, faz-se o <i>picking</i> de cada item tendo em conta o total das necessidades para um dado grupo de ordens, numa única ronda. Ou seja, o <i>picker</i> possui várias ordens em simultâneo e quando um produto aparece em mais do que uma ordem, é recolhida a quantidade total, separando-se posteriormente (Carvalho et al., 2002).
<i>Pick-by-line or pick-to-zero.</i>	Segundo este conceito, é definida uma sequência de recolha de itens no armazém, sendo que o <i>picker</i> recolhe em cada localização a quantidade de produtos necessária para satisfazer todas as ordens (Carvalho et al., 2002). Difere do <i>batch picking</i> , na medida em que é utilizada a totalidade das ordens, não só um grupo de ordens.

Para além destes três conceitos, dependendo do equipamento disponibilizado aos operadores responsáveis pelo *picking*, esta atividade pode ser dividida em três categorias, segundo Rushton et al. (2010), representadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Categorias do picking

Categoria	Descrição
<i>Picker-to-goods</i>	De forma a recolher os itens, o <i>picker</i> tem que se deslocar para os locais onde estes se encontram alocados. O tempo de deslocamento pode ocupar até 50% do tempo do <i>picker</i> , sendo a atividade que consome mais tempo. Nesta categoria é importante ter em atenção o <i>layout</i> da área de <i>picking</i> e as rotas utilizadas para efetuar o <i>picking</i> , pois são fatores que afetam a produtividade.
<i>Goods-to-picker</i>	Existem vários tipos de equipamento que permitem que os itens se desloquem de maneira a serem recolhidos pelo <i>picker</i> , que se encontra numa posição fixa.
Sistemas automáticos	Ao contrário dos sistemas de <i>picking</i> descritos anteriormente, os sistemas automáticos não necessitam de pessoas para executar o processo.

Para dimensionar um sistema de *picking* é também necessário ter em consideração o tempo necessário para processar informação, que compreende, por exemplo, o tempo para ler a localização dos itens, ler quantos itens é necessário recolher e confirmar se se está no local

correto e/ou a recolher os itens corretos (Rushton et al., 2010). Esta informação é necessária para que o *picker* complete as suas tarefas sem erros, sendo necessário tornar esta troca de informação eficiente, com o intuito de atingir altos níveis de produtividade (Rushton et al., 2010). Existem diversas alternativas disponíveis para suportar a troca de informação, como por exemplo: listas de papel, *scanning* de códigos de barras, *pick-by-light*, RFID (*Radio Frequency Identification*) e tecnologia de voz.

- **Preparação e expedição**

É feita a preparação das paletes tendo em conta as encomendas dos clientes, para se proceder à expedição, ou seja, ao carregamento dos veículos.

### 2.1.2 Milk Run

O conceito *milk run* surgiu como resposta à necessidade de diminuir os custos de transporte e entrega de materiais e aumentar a agilidade (Brar & Saini, 2011), consistindo em veículos que se deslocam periodicamente por rotas definidas, abastecendo um número determinado de pontos de entrega (Brar & Saini, 2011; Kilic et al., 2012). Após visitar todas as paragens planeadas, o veículo volta ao ponto de partida (Eujan, 2016). Este sistema encontra-se representado na Figura 3.

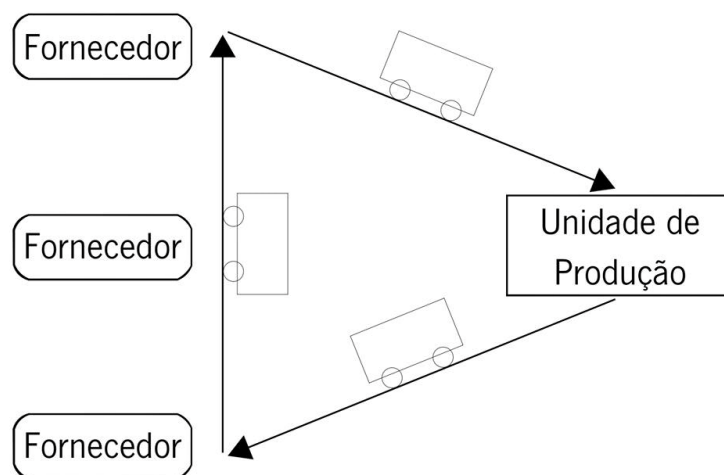


Figura 3 - Representação de Milk Run (adaptado de (Brar & Saini, 2011))

Inicialmente, o sistema *milk run* encontrava-se exclusivamente associado a transportes externos entre fábricas. No entanto, viu a sua aplicabilidade expandida em termos de logística interna (Eujan, 2016), adotando, neste caso, o nome *mizusumashi*. O conceito *mizusumashi* é frequentemente aplicado nesta área, para o transporte de matérias-primas, produtos

acabados e semiacabados (Brar & Saini, 2011), pois é um sistema de distribuição cíclico, com entregas frequentes e consistentes (Alnahhal, Ridwan, & Noche, 2014), que normaliza o manuseamento de materiais, eliminando desperdícios (Kilic et al., 2012). Este sistema está dependente de calendarização e tem rotas e paragens predeterminadas (Eujan, 2016).

O transporte de materiais não acrescenta valor ao produto, no entanto a eliminação desta atividade não é exequível, pois é uma atividade necessária. A adoção do sistema *mizusumashi* possibilita às empresas um método de transporte de materiais controlado, onde são concentrados todos os custos associados a este processo. Deste modo, utilizando este sistema, o trabalho que não acrescenta valor é atribuído na sua totalidade aos operadores responsáveis pelo *mizusumashi*, removendo-o dos operadores principais das linhas de produção (Reis, Varela, Machado, & Trojanowska, 2016).

A normalização do trabalho do operador responsável pelo *mizusumashi* deve incluir a representação da rota no *layout*, o tempo de ciclo da rota, as atividades a realizar ao longo do percurso e o tempo dedicado a cada uma delas.

Na Tabela 3 estão expostos casos de implementação de *mizusumashi* encontrados na literatura.

Tabela 3 - Exemplos de implementação de Mizusumashi

Autor	Objetivo	Melhorias atingidas
(Reis et al., 2016)	Redimensionamento de <i>mizusumashi</i> com rotas e tempos de ciclo definidos, numa empresa automotiva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normalização do processo de abastecimento de materiais;</li> <li>• Redução de inventário;</li> <li>• Aumento do espaço disponível na área de produção (32m<sup>2</sup>).</li> </ul>
(Domingo, Alvarez, Peña, & Calvo, 2007)	Implementação de <i>mizusumashi</i> numa empresa de engenharia e eletrónica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de inventário;</li> <li>• Redução do tempo “dock-to-dock”;</li> <li>• Redução do tempo gasto em atividades que não acrescentam valor ao produto.</li> </ul>
(Knez & Gajšek, 2015)	Implementação de <i>mizusumashi</i> numa empresa de componentes automóveis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do número de operadores responsáveis pelo abastecimento de materiais;</li> <li>• Aumento do espaço disponível na área de produção;</li> <li>• Eliminação de movimentos e manipulações de material desnecessários.</li> </ul>



É função da logística conseguir o produto certo, para o cliente certo, na quantidade certa, na condição certa, no lugar certo, no tempo certo e ao custo certo (os sete “certos” da logística) (Carvalho et al., 2002). O sistema logístico deve ser gerido sem excedentes, de forma a tornar o sistema de tal forma eficiente, que permita baixar custos, sem comprometer a qualidade do serviço ao cliente. Idealmente, a elevada qualidade do serviço deve ser acompanhada da contínua redução de custos (Carvalho et al., 2002).

Segundo estes ideais, tornam-se óbvios os benefícios resultantes da integração de princípios da filosofia *Lean Production* na logística, surgindo assim o termo *Lean Logistics*.

## **2.2 *Lean Production***

*Lean Production* é um modelo organizacional que está intimamente relacionado com o sistema de produção desenvolvido por Taiichi Ohno – o TPS (Holweg, 2007), e tem como objetivo eliminar todos os tipos de desperdício e criar valor (Shingo, 1989; Womack et al., 1990), a partir da integração de um conjunto de práticas, que quando combinadas criam um efeito sinérgico (Shah & Ward, 2003).

### **2.2.1 *Toyota Production System***

Após a Segunda Guerra Mundial, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, membros da *Toyota Motor Company*, constataram que a produção em massa de Henry Ford, utilizada nos Estados Unidos não funcionaria no Japão, nascendo assim um novo conceito de produção - TPS - que viria a ser conhecido como *Lean Production* (Womack et al., 1990). De facto, o Japão sofria de carência de recursos naturais, sendo necessário importar grandes quantidades de produtos, o que tornava o preço da matéria-prima elevado (Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa, 1977). Para além disso, após a guerra, a economia e mercado interno do Japão encontravam-se num estado desfavorável, afetando gravemente a sobrevivência da Toyota, devido ao inventário crescente de veículos por vender, resultando numa crise financeira (Holweg, 2007).

De forma a contrariar estes problemas, tornava-se necessário produzir produtos de elevada qualidade e maior valor acrescentado que os concorrentes estrangeiros, conseguindo também obter custos de produção inferiores (Sugimori et al., 1977).

Após estudar a produção em massa, Ohno, engenheiro mecânico que se juntou à Toyota em 1943, concluiu que estes sistemas de produção carregavam duas falhas intrínsecas (Holweg, 2007). A primeira consistia na constatação de que produzir em grandes lotes conduzia à

criação de todos os tipos de desperdício (Holweg, 2007; Ohno, 1988), como inventário excessivo e aumento de defeitos. Por outro lado, este sistema não acomodava as preferências dos consumidores pela diversidade de produtos (Holweg, 2007; Liker, 2004).

Mostrava-se então essencial a criação de um sistema de produção que, segundo Sugimori et al. (1977), se apoiava em dois conceitos básicos. Em primeiro lugar, a redução dos custos de produção e aumento da produtividade seriam atingidos através da eliminação de todos os desperdícios (Monden, 1998), assentando no pressuposto de que tudo o que exceda a mínima quantidade de componentes, materiais, equipamentos e operadores que são essenciais para a produção são excessos que apenas aumentam os custos (Sugimori et al., 1977). O segundo conceito básico provém do reconhecimento da diligência e alto nível de habilidade da força de trabalho japonesa, sendo, por isso, necessário tratar os operadores como seres humanos e com consideração, fazendo uso das suas capacidades e capitalizando nas suas sugestões (Monden, 1998; Sugimori et al., 1977).

De forma a representar o TPS, Taiichi Ohno desenvolveu um diagrama em forma de casa, representado na Figura 4, que demonstra a sua vertente estrutural. A casa - composta por uma base, dois pilares e um telhado - só é forte se todas as suas partes constituintes forem também fortes (Liker, 2004).



Figura 4 - Casa TPS (adaptado de (Liker, 2004))

## Pilares da casa TPS

Os conceitos fundamentais pelos quais se guia o TPS constituem os dois pilares: *Just-In-Time* e *jidoka*.

### i. *Just-In-Time*

O *Toyota Production System* e, conseqüentemente, *Lean Production*, seguem a filosofia *Just-In-Time* (JIT), em que todos os processos produzem as peças necessárias, no tempo certo, tendo disponível apenas o *stock* necessário para o bom funcionamento do processo (Holweg, 2007; Monden, 1998; Shingo, 1989).

Para que seja possível a implementação de JIT, existem requisitos que são necessários ter em conta (Sugimori et al., 1977):

- Adoção de um sistema de produção *pull*, em vez de *push* (ver o subcapítulo 2.3).
- *One-piece-flow*: cada processo só pode produzir e entregar ao processo seguinte uma peça de cada vez, sendo que o *stock* intermédio máximo entre os dois processos só pode ser de uma peça. Assim, com a eliminação de lotes, não é permitido que nenhum processo produza ou tenha em *stock* quantidades em excesso de produto (Sugimori et al., 1977).
- Ajuste do nível de produção com as necessidades do mercado: usar o *takt time* como referência para definir a cadência de produção. O *takt time* define o tempo máximo entre peças produzidas, de modo a satisfazer as necessidades do cliente e calcula-se através da divisão entre o tempo de produção disponível diário pela procura diária (Wilson, 2009). Assim, o *takt time* define o ritmo da procura e o tempo de ciclo - tempo necessário para completar um ciclo completo de uma operação (Feld, 2001) – o ritmo de produção.

A implementação da filosofia JIT traz vantagens como a redução dos níveis de *work-in-process* (WIP) e menores *lead times*, o que se traduz em custos de produção reduzidos e maior nível de resposta ao cliente (Fullerton & Mcwatters, 2001; Spearman, Woodruff, & Hopp, 1990). Segundo Fullerton & Mcwatters (2001) e Brox & Fader (1997) é possível responder mais rapidamente a erros, verificando-se melhorias na qualidade e reduzir as atividades que não acrescentam valor. Monden (1998) menciona que a implementação desta filosofia de produção elimina todo o inventário desnecessário, reduzindo os custos associados. Para além disso, Sugimori et al. (1977) refere a existência de respeito pelos trabalhadores, podendo estes demonstrar as suas capacidades e participar ativamente na melhoria dos seus postos de trabalho.

## ii. Jidoka

O termo utilizado para referir o segundo pilar do TPS é *jidoka*. Consiste num método que previne defeitos de avançarem no sistema (Wilson, 2009), através da paragem de um equipamento ou operação quando surge uma anormalidade ou defeito (Sugimori et al., 1977). Os equipamentos de produção são capazes de detetar erros, parando automaticamente a produção e, para além disso os operadores são dotados de autonomia e responsabilidade, podendo parar o processo produtivo sempre que necessário. Pode ser considerada uma ferramenta que suporta melhoria contínua, uma vez que quando um defeito é encontrado, é imediatamente iniciado o processo para resolver o problema, desenhado de forma a encontrar e eliminar a sua causa raiz (Wilson, 2009).

A sinergia entre homem e máquina está presente neste conceito, sendo que permite que as máquinas façam o trabalho simples repetitivo, deixando o homem responsável por atividades de maior valor, como resolução de problemas (Wilson, 2009).

### Base e telhado da casa TPS

A base da casa TPS representa os conceitos que se mostram fundamentais para este sistema de produção: nivelamento da produção, estabilidade e padronização dos processos, gestão visual e filosofia *Toyota Way*. São estes conceitos que sustentam os dois pilares do sistema de produção da Toyota.

O nivelamento da produção (*heijunka*) consiste em manter um ritmo de produção consistente e invariável ao longo do tempo (Wilson, 2009). Para além disso, é uma técnica que permite a redução de desperdício através da produção simultânea de múltiplos produtos, ou múltiplos modelos de um produto, numa dada linha de produção, opondo-se ao tradicional sistema em lotes de produção (Wilson, 2009). A adoção de produção nivelada permite a redução de *stocks* e maior compatibilidade entre a procura por parte do cliente e o que é produzido (Monden, 1998). Na Figura 5 está representado um esquema exemplificativo de produção nivelada, contrastando com o esquema de produção por lotes.



(a)

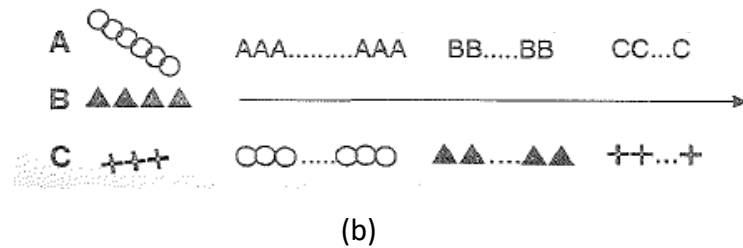


Figura 5 - Produção nivelada (a) e por lotes (b) (Monden, 1998)

Como base da casa TPS, seguir os princípios da filosofia *Toyota Way* mostra-se fundamental para a sustentabilidade deste sistema de produção. Liker (2004) identificou catorze princípios que definem a *Toyota Way* e criou um modelo que os divide em quatro categorias: Filosofia (*philosophy*), processo (*process*), pessoas e parceiros (*people and partners*) e resolução de problemas (*problem solving*). Surge assim o modelo “4P” da *Toyota Way*, representado na Figura 6.



Figura 6 - Modeloo "4P" (adaptado de (Liker, 2004))

A correta implementação destes conceitos fundamentais e, conseqüentemente, dos dois pilares do TPS, faz com que os objetivos – representados pelo telhado da casa TPS - sejam atingidos: produzir produtos de qualidade, com um *lead time* e custo baixo, sem desprezar o respeito pelos operadores e a sua satisfação.

### 2.2.2 Desperdícios

Tendo em conta a competitividade crescente na indústria, torna-se fulcral a eliminação de atividades que não adicionam valor aos produtos (Kilic et al., 2012).

Ohno (1988) declarou que o aumento da eficiência operacional provém da eliminação total dos desperdícios, sendo o primeiro passo a sua identificação, podendo estes serem divididos em sete tipos, também reconhecidos por Shingo (1989):

- **Sobreprodução:** Consiste na produção de itens para os quais não existe procura por parte do cliente, ou produzir mais rápido que o necessário. Vários autores (Hines & Rich, 2009; Liker, 2004; Monden, 1998; Ohno, 1988) consideram que sobreprodução é o pior desperdício, na medida em que gera outros, como inventário excessivo e movimentações de materiais. É um desperdício comumente associado à produção em grandes lotes (Melton, 2005).
- **Esperas:** Caracteriza-se por períodos de inatividade por parte dos trabalhadores, produtos ou equipamentos, não estando a ser criado valor para o cliente (Melton, 2005).
- **Transportes:** Consiste no transporte do produto entre vários locais. Quando um produto está a ser movimentado, não está a ser processado, logo não está a ser acrescentado valor para o cliente final (Melton, 2005). Por este motivo, deve-se procurar a redução deste desperdício.
- **Inventário:** Nos sistemas de produção tradicional, a existência de *stock* é considerada benéfica, pois permite enfrentar flutuações na procura e resolver problemas (Sugimori et al., 1977). No entanto, num sistema de produção *Lean*, o *stock* é considerado um desperdício e caracteriza-se pela presença de *work-in-process*, produto acabado e matérias-primas em quantidade superior à necessária, que resulta em custos elevados de vários tipos, como, por exemplo, transporte e armazenamento (Melton, 2005).
- **Sobreprocessamento:** O sobreprocessamento pode ocorrer devido a processamento excessivo ou a processamento incorreto. Processamento excessivo ocorre quando soluções complexas são utilizadas para procedimentos simples (Hines & Rich, 2009), efetuando-se mais operações do que as que são necessárias e não adicionam valor ao produto. A oferta de qualidade superior à pedida pelo cliente também se enquadra neste desperdício (Liker, 2004). Processamento incorreto ocorre quando as operações não são efetuadas de forma correta devido à ineficiência do processo (por exemplo, devido à utilização de ferramentas em estado degradado), podendo originar produtos defeituosos e movimentações (Liker, 2004).

- **Defeitos:** Consiste em erros no processamento que tornam os produtos não conformes com as especificações exigidas pelo cliente. Estes produtos podem ser retrabalhados ou alvo de trabalho adicional na tentativa de serem reparados (Melton, 2005), ou serem considerados sucata. Qualquer que seja o fim do produto com defeito, origina desperdício, uma vez que implica consumo de tempo de operação e de recursos.
- **Movimentações:** Todos os movimentos desnecessários realizados pelos operadores são considerados desperdícios, pois, segundo Melton (2005), o facto de estes se encontrarem em movimento (por exemplo, caminhar ou procurar uma ferramenta), impede-os de processar o produto e adicionar valor.

### 2.2.3 Princípios *Lean Thinking*

Womack & Jones (2003) definiram cinco princípios que suportam a implementação de *Lean Production*, que surgem como um antídoto para criação de desperdício, uma vez que providenciam uma forma de fazer mais com menos – menos esforço humano, menos tempo, menos espaço e menos equipamentos. Os cinco princípios nos quais se baseia o pensamento *Lean* encontram-se representados na Figura 7, sendo posteriormente descritos.

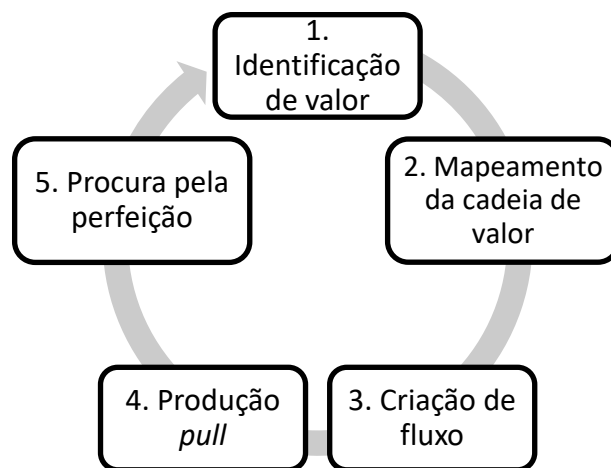


Figura 7 - Princípios do Pensamento *Lean*

Segundo Womack & Jones (2003), o passo inicial para aplicação do pensamento *Lean* corresponde à **identificação de valor**. Valor corresponde às características de um produto ou serviço que satisfazem as necessidades do cliente e pelas quais este está disposto a pagar. O valor é criado pelo produtor, que deve, de forma precisa, tentar definir valor, em termos de produtos/serviços com características e preço específicos, através de um diálogo com o cliente. Identificar corretamente o valor é um fator crítico no pensamento *Lean*, uma vez que

providenciar o produto ou serviço errado, com atributos que não estejam de acordo com os requisitos do cliente, é considerado desperdício.

Segue-se o **mapeamento da cadeia de valor**, que corresponde à identificação de todas as atividades necessárias para fornecer um dado produto ou serviço ao cliente. A partir da análise das atividades, é possível dividi-las em três categorias: (i) atividades que acrescentam valor; (ii) atividades que não acrescentam valor, mas são necessárias; (iii) atividades que não acrescentam valor e não são necessárias. As atividades referentes às duas últimas categorias são fonte de desperdício e deve existir um esforço contínuo para as eliminar ou reduzir.

Depois de eliminar todas as atividades que não acrescentam valor, torna-se necessária a **criação de fluxo** contínuo para as atividades de valor acrescentado, para que estas fluam naturalmente ao longo do processo produtivo, evitando assim desperdícios.

De seguida, deve ser implementada **produção pull**, em que a produção só é iniciada quando existe procura por parte do cliente, sendo produzida apenas a quantidade pedida. Este conceito está associado à filosofia de produção *Just-In-Time* e permite evitar desperdícios como, por exemplo, excesso de *stock* e sobreprodução.

A etapa final consiste na **procura pela perfeição**, sendo que, segundo Womack & Jones (2003), os resultados obtidos nas etapas anteriores podem sempre ser melhorados, não existindo fim para o processo de reduzir esforços, custos, tempo e erros. Estas etapas formam um ciclo assente na melhoria contínua (*kaizen*), de forma a eliminar todos os tipos de desperdícios e a criar valor.

#### 2.2.4 Técnicas e ferramentas *Lean*

Existem diversas técnicas e ferramentas que suportam esta filosofia de produção e devem ser aplicadas de forma a obter bons resultados, como por exemplo: gestão visual, *standard work* e diagrama de esparguete (Feld, 2001).

- **Gestão visual**

Gestão visual consiste no uso de ferramentas e sinais que providenciam a todos os colaboradores comunicação acessível, clara e concisa, que é facilmente interpretada por todos (Hall, 1987; Neese, 2007). A partir da aplicação da informação de forma visual é possível detetar rapidamente anomalias nas operações e os colaboradores tornam-se mais



autónomos, ajudando-os a completar as tarefas mais rápido e a promover a normalização dos processos (Resende, Alves, Batista, & Silva, 2014).

Para Shingo (1989) são formas de gestão visual: folhas de trabalho padronizado, quadros informativos de medidas de desempenho e qualidade, delimitação de espaços e sistemas *Andon*.

- **Standard work**

*Standard work*, uma das bases em que assenta o sistema TPS, compreende a descrição detalhada e concisa de todas as atividades de trabalho, sendo para Womack & Jones (2003) a melhor forma de completar sempre um trabalho de forma satisfatória na primeira tentativa, no tempo disponível. Isto permite, segundo Monden (1998), trabalhar de forma eficiente sem movimentos desnecessários.

Analisando vários autores (Monden, 1998; Ohno, 1988; Shingo, 1989; Wilson, 2009), para atingir *standard work*, é necessário ter em consideração três aspetos: tempo de ciclo normalizado, sequência de trabalho normalizada (definição da melhor ordem pela qual devem ser executadas as tarefas de um processo) e *work-in-process* normalizado (*stock* mínimo necessário para assegurar produção fluída), que devem ser seguidos pelos operadores, sem improvisação, de forma a eliminar a variabilidade dos processos, melhorar a qualidade e aumentar a segurança (Arezes, Carvalho, & Alves, 2010).

- **Diagrama de Esparguete**

O diagrama de esparguete é uma ferramenta de mapeamento simples para visualizar movimentos e transportes (Wilson, 2009) através da representação visual, com uma linha contínua, do trajeto físico seguido por um produto ou pessoa (Melton, 2005). A utilização desta ferramenta permite verificar oportunidades para eliminar desperdícios (Wilson, 2009), sendo utilizada maioritariamente para avaliar se um processo está eficientemente organizado num espaço físico ou se existe pontos de interseção, de forma a encontrar o fluxo ótimo (Marriott, 2018).

Tanco, Santos, Rodriguez, & Reich (2013) utilizaram o diagrama de esparguete para avaliar o *layout* da secção de uma fábrica, identificando problemas e propondo soluções que levaram a uma redução das distâncias percorridas pelos operadores, reduzindo assim o tempo de ciclo das operações.

## 2.3 Sistemas de controlo de produção

Os sistemas de planeamento e controlo de uma empresa são cruciais para atender às crescentes exigências e expectativas dos clientes, no atual clima de alta competitividade, tornando a escolha do sistema a utilizar numa importante decisão estratégica (Stevenson, Hendry, & Kingsman, 2005). Algumas das funções do sistema de planeamento e controlo da produção são, segundo Stevenson et al. (2005): planear as necessidades de materiais, gestão da procura, planeamento de capacidade e programação e sequenciamento dos trabalhos.

Assim, a seleção de um sistema de planeamento e controlo influencia vários objetivos importantes de produção, como, por exemplo, reduzir o WIP, minimizar o *lead time*, diminuir os custos de posse de *stock* e melhorar a capacidade de resposta a alterações na procura (Stevenson et al., 2005).

Existem diversos sistemas de planeamento e controlo de produção, sendo tipicamente divididos em dois grupos - produção *pull* e produção *push*. De forma geral, o que distingue produção *pull* de produção *push* é o mecanismo que desencadeia o movimento do trabalho no sistema (Hopp & Spearman, 2000).

### 2.3.1 Produção *pull*

Para usufruir das vantagens associadas à filosofia de produção JIT, é necessário um sistema de controlo da produção que seja capaz de produzir os produtos certos, na quantidade certa, no momento certo, a um preço competitivo, mantendo um *stock* mínimo, sendo isto possível através da adoção de um sistema *pull* de produção (Spearman et al., 1990). Estes objetivos são comuns aos sete certos da logística, o que evidencia a compatibilidade entre a logística e a filosofia *Lean*.

A adoção de um sistema *pull* de produção implica que o início da produção de um trabalho seja desencadeado pela conclusão de outro, ou seja, a produção é autorizada em vez de programada (Spearman et al., 1990), o que permite que só haja produção se houver procura (Feld, 2001).

Uma das formas de implementar produção *pull* é utilizar o sistema *kanban*, em que o uso de componentes por centros de trabalho precedentes autoriza a produção de mais componentes (Sugimori et al., 1977). No sistema *kanban*, a autorização para produzir ou mover componentes é feita através da movimentação de cartões entre centros de trabalho

(Spearman et al., 1990). Os níveis de WIP são controlados e predeterminados, através do número de cartões *kanban* existentes no sistema (Feld, 2001; Jodlbauer & Huber, 2008).

De forma geral, o sistema *kanban* funciona da seguinte forma: quando um contentor de componentes começa a ser utilizado, o cartão *kanban* a ele associado é removido e enviado para o posto de trabalho precedente, constituindo uma ordem de fabrico, de forma a reabastecer outro contentor. Quando esse posto de trabalho termina a produção dos componentes associados ao contentor, o cartão *kanban* é anexado e o conjunto é enviado para o posto de trabalho seguinte (Sugimori et al., 1977).

A quantidade de cartões *kanban* necessária para que um sistema puxado funcione sem falhas pode ser calculada pela equação 1 ou pela equação 2 (Sousa & Dinis-Carvalho, 2018).

$$N_k = \frac{P \cdot (L_T + P_S)}{Q} \quad (1)$$

$$N_k = \frac{P \cdot L_T + Q_S}{Q} \quad (2)$$

Em que:

- $N_k$  – Quantidade de cartões *kanban*
- $P$  – Procura [produtos/unidade de tempo]
- $L_T$  – prazo de entrega [unidades de tempo]
- $Q_S$  – Quantidade de segurança [produtos]
- $P_S$  – Prazo de segurança [unidades de tempo]
- $Q$  – Capacidade do contentor [produtos]

A utilização do sistema *kanban* comporta diversos benefícios explícitos na literatura. A Tabela 4 destaca os principais benefícios encontrados, sendo possível verificar que o benefício mais reportado é a redução e limitação do WIP para um valor mínimo.

Tabela 4 - Benefícios da implementação de *kanban*.

<b>Autores</b>	<b>Benefícios</b>
(Sugimori et al., 1977)	Redução dos custos de processamento de informação.
(Gravel & Price, 1988)	Aumento de produtividade.
(Sugimori et al., 1977) (Bonvik, Couch, & Gershwin, 1997) (Esparrago, 1988) (Gravel & Price, 1988) (Papalexi, Bamford, & Dehe, 2016) (Belhadi, Touriki, & Fezazi, 2018) (Mojarro-Magaña et al., 2018)	Redução e limitação do WIP para um valor mínimo.
(Mojarro-Magaña et al., 2018)	Redução dos custos operacionais.
(Esparrago, 1988) (Mojarro-Magaña et al., 2018)	Promoção de melhoria contínua.
(Sugimori et al., 1977)	Rápida e precisa aquisição de factos.
(Gravel & Price, 1988)	Redução de <i>stockouts</i> .
(Mojarro-Magaña et al., 2018)	Aumento da flexibilidade.
(Papalexi et al., 2016) (Mojarro-Magaña et al., 2018)	Eliminação do desperdício por sobreprodução.
(Papalexi et al., 2016)	Melhoria do fluxo de materiais.
(Esparrago, 1988)	Promoção da moral e participação dos trabalhadores.
(Mojarro-Magaña et al., 2018)	Redução dos tempos de espera.
(Mojarro-Magaña et al., 2018)	Redução do espaço utilizado.

No entanto, o sistema *kanban* foi projetado para resolver as necessidades específicas de uma companhia (Toyota), apresentando estas vantagens em condições de produção e mercado específicas, principalmente em produção repetitiva (Lage & Godinho, 2010). Assim, este sistema reporta algumas restrições na literatura (Lage & Godinho, 2010; Monden, 1984; Spearman et al., 1990), sendo difícil ou impossível de utilizar quando existem ordens de produção com baixos tempos de produção, *set-ups* significativos, procura e tempos de produção instáveis, operações não normalizadas, grande variedade de itens e abastecimento de matéria-prima incerto.

Devido à ineficiência da utilização do sistema *kanban* original com a fórmula da Toyota em certos sistemas produtivos, e à importância da decisão relativa ao número de *kanbans* para a performance, surgiram na literatura variações e adaptações ao dimensionamento do sistema *kanban*. Paris & Pierreval (2001) utilizaram simulação para otimizar um sistema *kanban* para múltiplos produtos, sendo capaz de ter em consideração vários parâmetros importantes, simultaneamente. Prasad, Rajendran, & Chetty (2006) estudaram o sistema *kanban* utilizando

algoritmos e Faccio, Gamberi, & Persona (2013) introduziram um procedimento para otimizar o número de *kanbans* através de um modelo de custos.

### 2.3.2 Produção *push*

Um sistema de produção *push* programa a libertação de trabalho para um processo de produção, baseando-se numa calendarização determinada pela procura (Hopp & Spearman, 2000). Desta forma, o tempo designado à libertação do trabalho não é modificado de acordo com o que está a ocorrer no processo (Hopp & Spearman, 2000).

Sistemas *push* são muito populares na forma de *material requirements planning* (MRP) e do seu sucessor *manufacturing resources planning* (MRP II) (Spearman et al., 1990). Estes sistemas têm sido amplamente instalados em empresas de manufatura desde o início da década de 70 (Browne, Harhen, & Shivnan, 1998), porque é uma abordagem lógica e de fácil compreensão, utilizada para resolver o problema de determinação do número de itens, componentes e matérias-primas necessárias para fabricar um número de produtos finais definido, num tempo definido, especificando também quando é que devem ser produzidos ou encomendados (Chase, Aquilano, & Jacobs, 2000).

Assim, MRP é um método comumente utilizado para transformar o plano diretor de produção, em requisitos detalhados de materiais e capacidade produtiva (Gibson, Greenhalgh, & Kerr, 1995).

Originalmente, o MRP utiliza o plano diretor de produção, que identifica os produtos finais requeridos, e computa esta informação juntamente com a lista de materiais e informação relativa ao estado do inventário, para obter os requisitos detalhados individualmente de todos os componentes e matérias-primas necessárias à satisfação do plano mestre de produção (Gibson et al., 1995). Na Figura 8, encontram-se os *inputs* e *outputs* do sistema básico MRP.



Figura 8 - Inputs e Outputs do sistema MRP

Desta forma, os pré-requisitos para a utilização do sistema MRP são (Browne et al., 1998; Gibson et al., 1995):

- Existência de um plano mestre de produção, que indique claramente os requisitos em termos de quantidade e datas de entrega dos produtos finais;
- Existência de uma lista de materiais para cada produto final, que indica com exatidão a estrutura e constituição do produto final;
- Existência de informação sobre o inventário disponível para todos os itens planejados, quer sejam comprados ou produzidos;
- Existência de um *lead time* definido para cada item planejado, quer seja comprado ou produzido.

MRP é então considerado um sistema *push*, pois programa o que deve ser iniciado (ou empurrado) para a produção, baseado na procura. Contrasta assim com o sistema *pull*, que autoriza a produção à medida que o inventário é consumido (Hopp & Spearman, 2000). O sistema MRP demonstra benefícios quando utilizado em produção por lotes (Gibson et al., 1995) e em indústrias com produtos complexos, datas de entrega variáveis e procura flutuante (Chase et al., 2000). Nestes casos, foram obtidas melhorias a nível de performance de inventário, *lead time* e performance de entrega (Browne et al., 1998).

No entanto, foi reportado o aumento da insatisfação com o grau de sucesso do MRP para aumentar a produtividade, o que levou a companhia que produziu o primeiro sistema MRP (IBM) a repensar os fundamentos conceituais do sistema (Gibson et al., 1995). Chegaram à conclusão que era necessário um sistema mais eficiente que tivesse em consideração a prioridade de cada ordem ou trabalho, em vez de apenas usar o sistema para lançar ordens no tempo apropriado sem seguir o seu progresso. Também foi integrado no sistema as funções de marketing, engenharia, distribuição e contabilidade, ou seja, passou a incluir a computação de todas as atividades de planeamento (Browne et al., 1998; Gibson et al., 1995). Este sistema foi apelidado de MRP II.

É geralmente aceite que o fracasso de algumas implementações de MRP podem ser rastreadas a alguns problemas básicos, como (Browne et al., 1998; Gibson et al., 1995):

- Falta de comprometimento por parte da gestão de topo;
- Falta de formação sobre MRP por parte dos utilizadores do sistema;
- Informação imprecisa, principalmente a nível de listas de materiais e inventário;
- Planos mestres de produção irrealistas.

## 2.4 Abastecimento interno de materiais

O aumento da competitividade entre empresas, que evidencia a necessidade de tornar os processos eficientes, também se traduz na implementação de soluções que permitam que o abastecimento interno (função da logística interna) garanta que os materiais estão disponíveis, atempadamente, na produção, obtendo simultaneamente redução de custos.

A performance das linhas de montagem, para além de ser influenciada pelas características de design dos produtos, também é influenciada pela eficiência e eficácia do sistema de abastecimento de materiais aos postos de trabalho (Caputo & Pelagagge, 2011).

Se o abastecimento de materiais não estiver devidamente planeado e balanceado, podem ocorrer paragens de produção, devido a faltas de materiais (Takvir, 2018).

Nesta secção serão abordados três tipos de sistemas, com características distintas, que podem ser implementados com o intuito de realizar o processo de abastecimento do sistema produtivo – abastecimento contínuo (*kanban* e *line stocking*) e *kitting*.

A escolha de uma das políticas de abastecimento de materiais aos postos de trabalho assume-se de grande importância, pois afeta profundamente a performance do sistema produtivo em termos de WIP, esforço de manuseamento de materiais, utilização de espaço, quantidade de pessoas necessárias e custos (Caputo & Pelagagge, 2011).

### 2.4.1 *Kanban*

A ferramenta *kanban* pode ser adaptada para aplicações na logística interna, de modo a que os componentes sejam abastecidos na produção apenas quando necessários, através da sinalização da necessidade (Widyadana, Wee, & Chang, 2010). Usualmente, é utilizado um sistema *kanban* de duas-caixas, ou seja, o abastecimento é feito utilizando dois contentores por componente. Quando o último componente de um contentor é retirado e este fica vazio, é dada a indicação visual ao responsável que é necessário reabastecê-lo. Enquanto o contentor se encontra no processo de reabastecimento, os componentes necessários para a produção são retirados do segundo contentor disponível. Entretanto, o primeiro contentor voltará cheio para a produção, o que cria um fluxo *kanban* circular (Boysen & Bock, 2011). O número de contentores necessários para este sistema pode ser calculado a partir da equação 3 ou da equação 4 (Sousa & Dinis-Carvalho, 2018).

$$N_c = \frac{P \cdot (L_T + P_S)}{Q} + 1 \quad (3)$$

$$N_c = \frac{P \cdot L_T + Q_S}{Q} + 1 \quad (4)$$

Em que:

- $N_c$  – Quantidade de caixas *kanban*
- $P$  – Procura [produtos/unidade de tempo]
- $L_T$  – prazo de entrega [unidades de tempo]
- $Q_S$  – Quantidade de segurança [produtos]
- $P_S$  – Prazo de segurança [unidades de tempo]
- $Q$  – Capacidade do contentor [produtos]

Como é necessário um sistema logístico de abastecimento interno eficiente e capaz de responder às necessidades de componentes por parte das linhas de produção (Brar & Saini, 2011), surge assim uma aliança ente o sistema *kanban* e o conceito de *milk run*, ambos promovendo a filosofia JIT. Este sistema de abastecimento encontra-se representado na Figura 9.

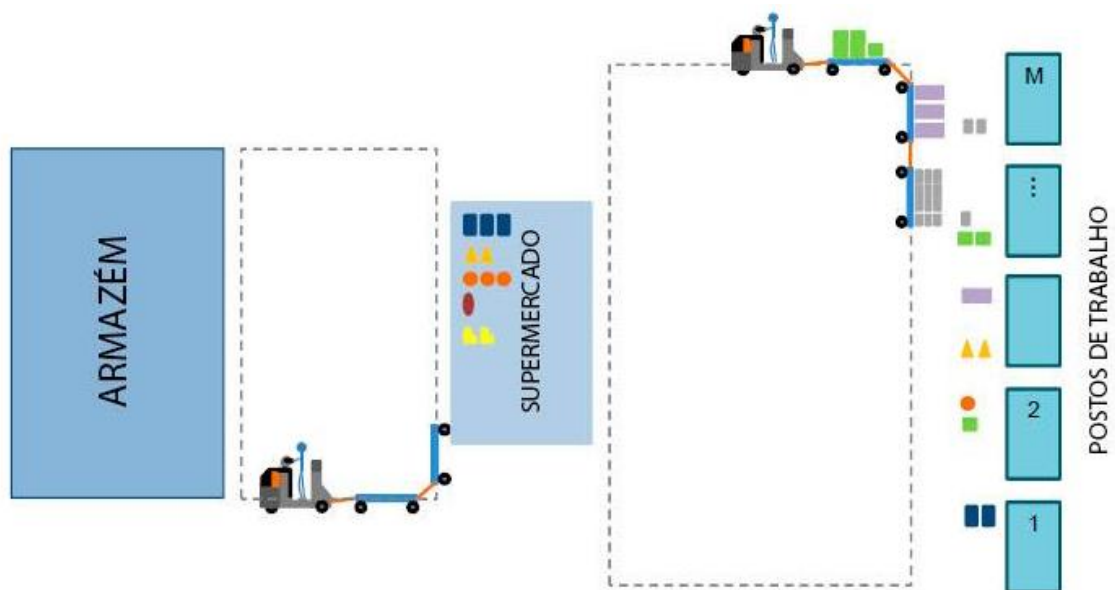


Figura 9 - Esquema do sistema kanban (adaptado de Caputo, Pelagagge, & Salini (2015))

Como é possível verificar na Figura 9, a auxiliar este sistema encontra-se um supermercado. Taiichi Ohno idealizou este conceito após visitar um supermercado nos Estados Unidos, onde verificou a sincronização entre a recolha de produtos por parte do cliente e reabastecimento por parte do retalhista (Liker, 2004).

A reposição de material é iniciada pelo consumo, ou seja, quando o cliente retira um dado item do supermercado, este é repostado quando atinge um nível de *stock* crítico (Liker, 2004).



No entanto, se o cliente não utilizar um item, este mantém-se no supermercado, mas o *stock* disponível não é aumentado, sendo geridos por um sistema *pull* (Liker, 2004).

Deste modo, os supermercados podem ser definidos como áreas logísticas internas descentralizadas, na proximidade das linhas de produção que servem de entreposto entre o armazém central e os postos de consumo do material (Battini, Boysen, & Emde, 2013; Emde & Boysen, 2012). O supermercado substitui entregas esporádicas de grandes quantidades por entregas frequentes em pequenos lotes, reduzindo os *stocks* junto à produção (Emde & Boysen, 2012).

#### 2.4.2 Line stocking

*Line stocking* é a mais antiga e tradicional política de abastecimento de materiais, onde contentores com grandes quantidades de itens são armazenadas ao longo da linha de produção e periodicamente reabastecidos (Caputo & Pelagagge, 2011). Esta política só se distingue do sistema *kanban* a nível da quantidade de itens transportados, tamanho dos contentores utilizados e da frequência de abastecimento (Caputo & Pelagagge, 2011; Caputo et al., 2015).

Utilizando *line stocking* o transporte de materiais é descontínuo, tornando o esforço de abastecimento menor. No entanto, como são utilizados contentores de maiores dimensões, o espaço requerido ao longo das linhas de produção, assim como o custo de posse de inventário é maior (Caputo & Pelagagge, 2011; Kilic & Durmusoglu, 2015).

Na Figura 10, encontra-se um esquema representativo da política de abastecimento *line stocking*.

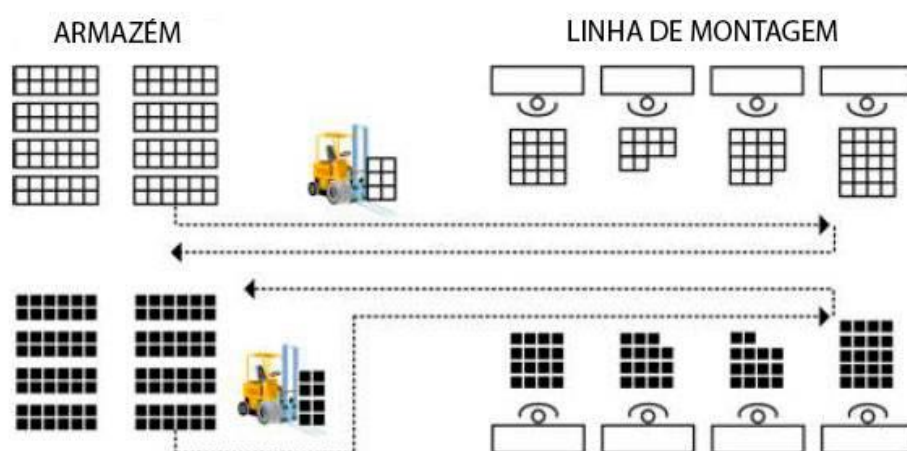


Figura 10 - Esquema de line stocking (adaptado de Kilic & Durmusoglu (2015))

### 2.4.3 Kitting

A política de abastecimento denominada *kitting* pode ser definida como a atividade de abastecer as linhas de produção com *kits* pré-sortidos de componentes, sendo que cada *kit* contém todos os componentes que, juntos, suportam uma ou mais operações de montagem, para um dado produto final ou ordem de fabrico (Caputo & Pelagagge, 2011; Hanson & Brolin, 2013). O uso de *kitting* sugere que os componentes necessários sejam recolhidos de um local de armazenamento, preparados (se necessário) e agrupados num contentor desenhado para incluir todos os componentes, formando o *kit* (Hua & Johnson, 2010). *Kitting* suporta, principalmente, operações com lotes pequenos e uma grande variedade de produtos (Caputo & Pelagagge, 2011).

Os *kits* são preparados utilizando uma lista de *picking* que é gerada através da lista de materiais das ordens de fabrico, sendo depois entregues às linhas de produção de acordo com o programa de produção (Caputo & Pelagagge, 2011).

Existem dois tipos de *kits*: estacionários e viajantes. Os *kits* estacionários sustentam uma estação de montagem onde ficam até serem esgotados, enquanto os viajantes movem-se ao longo da linha de produção, contendo partes para diversas estações de montagem (Hanson & Brolin, 2013; Kilic & Durmusoglu, 2015; Usta, Oksuz, & Durmusoglu, 2017). Na Figura 11 encontra-se a representação deste sistema de abastecimento.

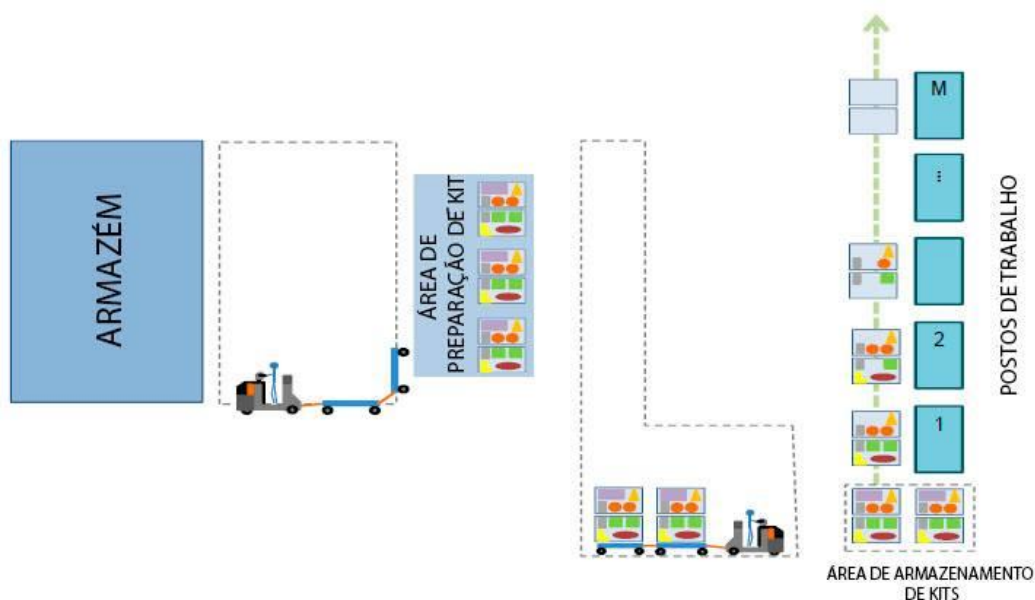


Figura 11 - Esquema de kitting (adaptado de Caputo et al. (2015))

*Kitting* permite um maior controlo e limpeza do chão de fábrica, pois são utilizados menos contentores, com vários itens, em vez de um contentor para cada item (Caputo & Pelagagge, 2011; Kilic & Durmusoglu, 2015). Também é obtida a minimização do WIP no ponto de uso, contribuindo para a redução do espaço utilizado (Caputo & Pelagagge, 2011; Kilic & Durmusoglu, 2015). As mudanças de produção são simplificadas, pois só é requerida mudança na lista de *picking* (Caputo & Pelagagge, 2011).

No entanto, os custos de preparação do *kit* são elevados, pois é um trabalho intensivo e não-produtivo (com pouco ou nenhum valor adicionado ao produto). Para além disso, erros na preparação ou ocorrência de itens defeituosos nos *kits*, pode causar interrupção da produção ou problemas de qualidade (Kilic & Durmusoglu, 2015).

#### 2.4.4 Políticas híbridas

Tendo em conta a performance de cada uma das políticas de abastecimento referidas, que é possível encontrar na Tabela 5, tem vindo a verificar-se na literatura a conceção de sistemas de abastecimento que utilizam uma combinação entre *kanban*, *line stocking* e *kitting*, de modo a obter maiores benefícios.

Tabela 5 - Comparação de políticas de abastecimento (adaptado de Caputo et al. (2015))

	<b><i>Kitting</i></b>	<b>Abastecimento contínuo (<i>kanban</i> e <i>line stocking</i>)</b>
Trabalho de <i>picking</i> ;	Alto	Baixo
Espaço ocupado junto às linhas de produção;	Baixo	Alto
Espaço ocupado para preparação de materiais;	Alto	Baixo
WIP nos postos de trabalho;	Baixo	Alto
Grau de controlo de qualidade;	Alto	Baixo
Compatibilidade com itens de grandes dimensões;	Alto	Baixo
Simplificação do fluxo de materiais;	Alto	Baixo
Flexibilidade;	Alto	Baixo
Controlo e visibilidade;	Alto	Baixo
Facilidade de implementação.	Baixo	Alto

Caputo et al. (2015) utilizou um método baseado em programação matemática para criar um modelo que define a melhor política de abastecimento para cada componente, entre as três referidas. O modelo pretendia minimizar o custo total de abastecimento de materiais, tendo em conta o número de operadores, o custo de investimento, o WIP e a ocupação de espaço, tendo sido aplicado numa fábrica do setor automóvel.

Caputo & Pelagagge (2011) desenvolveram um procedimento que permite a análise e comparação de políticas híbridas, em termos quantitativos, através da divisão dos componente em categorias (utilizando a classificação ABC) e associando cada uma das categorias a uma determinada política de abastecimento. Foi uma conclusão deste estudo que políticas híbridas são preferíveis a uma única política comum a todos os componentes.

Limère et al. (2012) estudaram apenas utilização de *kitting* e/ou *line stocking*, através de um modelo matemático de custos. O modelo foi testado numa companhia automotiva e os resultados demonstraram que seria preferível uma política híbrida *kitting-line stocking*, ao uso exclusivo de uma delas.

Por fim, Usta et al. (2017) compararam a política *kitting* a um sistema híbrido, tendo em conta uma metodologia de custos baseada em atividades, chegando à conclusão que a solução híbrida consegue providenciar melhor resultados, num sistema de produção com variedade de artigos.

### 3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo compreende uma breve apresentação do grupo ECCO e da subsidiária em que se realizou o presente projeto de dissertação – ECCO’let Portugal. Deste modo, são expostas as instalações e a estrutura organizacional da empresa, e é dada uma descrição sucinta do planeamento e programação da produção, assim como do processo produtivo.

#### 3.1 Grupo ECCO

A ECCO (logótipo na Figura 12) é uma empresa familiar multinacional, líder mundial em sapatos confortáveis para homem, senhora e criança. Foi fundada em 1963 por Karl Toosbuy, em Bredebro, na Dinamarca. A empresa iniciou a sua atividade apenas com a produção de calçado, mas desde então expandiu-se com a produção de pele (operando quatro fábricas de peles), bem como acessórios e pequenos artigos de couro. Aproximadamente 98% dos sapatos ECCO são produzidos nas suas fábricas em Portugal, Eslováquia, Tailândia, Indonésia, Vietnam, China e Índia.



Figura 12 - Logótipo da ECCO

É uma empresa ativa em 99 mercados, sendo os 10 principais: China, EUA, Rússia, Alemanha, Canadá, Japão, Holanda, Suécia, Dinamarca e Noruega.

A ECCO possui e gere praticamente todos os aspetos da sua cadeia de valor, desde a produção de couro e calçado, até às atividades de venda por atacado e retalho, sendo que os seus produtos são vendidos em 90 países, a partir de 2.200 lojas ECCO e mais de 14.000 pontos de venda. Emprega mais de 21.000 pessoas, mundialmente.

A ECCO guia a sua atividade através de cinco valores, representados na Figura 13.

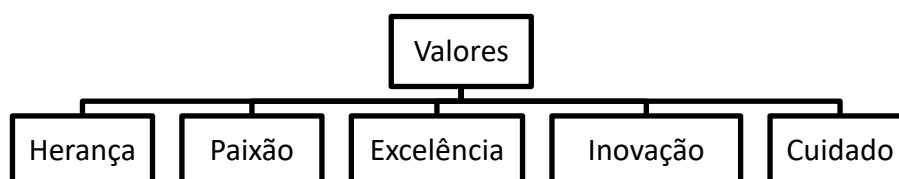


Figura 13 - Valores da ECCO.

## 3.2 ECCO'let Portugal

A fábrica de calçado da ECCO em São João de Ver, Portugal, designada por ECCO'let Portugal, foi estabelecida em 1984 e emprega aproximadamente 1.250 colaboradores. Desde 2009, o centro de *Research and Development* (R&D) da ECCO também se localiza nestas instalações.

### 3.2.1 Instalações e Estrutura Organizacional

As instalações da ECCO'let Portugal são compostas por um edifício, dividido em áreas comuns, escritórios e quatro pavilhões (dois destinados à produção e dois destinados ao centro de *Research and Development*). O *layout* do edifício pode ser observado na Figura 14.

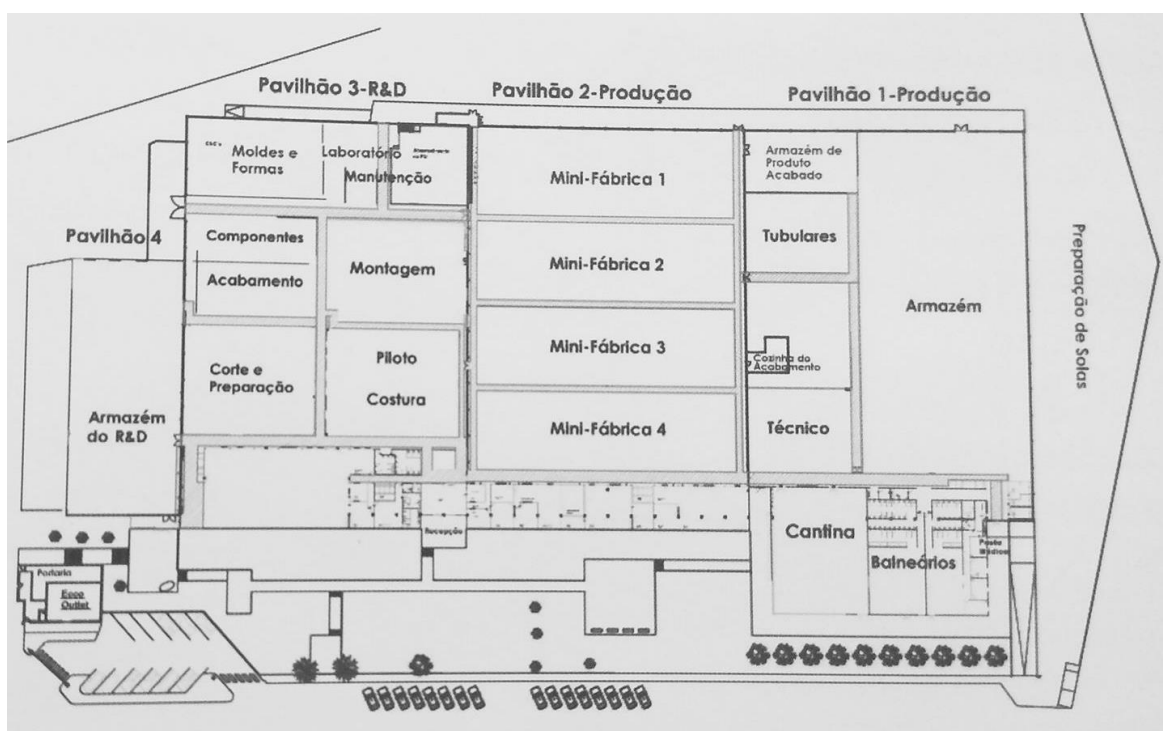


Figura 14 - Layout das instalações da ECCO'let Portugal

Relativamente à estrutura organizacional da ECCO'let Portugal, é possível observar o seu organograma no anexo I. A presente dissertação foi desenvolvida no departamento de produção.

### 3.2.2 Planeamento e programação da produção

A ECCO Portugal recebe de Singapura o planeamento da produção para a próxima estação (verão ou inverno), que corresponde a um planeamento a médio prazo, de cerca de seis meses, que pode sofrer alterações ao longo do tempo. Esse plano é depois dividido em *bulks*

de produção, ou seja, as famílias de sapatos e as respetivas quantidades a produzir a cada 4 semanas. Este plano é feito tendo em conta a capacidade da fábrica acordada com Singapura. Depois de receber a proposta de plano de produção de Singapura, os responsáveis pelo planeamento da ECCO Portugal analisam o documento e retornam *feedback*, pois pode ser do melhor interesse da ECCO Portugal que este sofra alterações. As alterações podem ou não ser aprovadas.

Com o planeamento do *bulk* definido, Singapura transforma-o em ordens de produção de 504 pares e liberta-as para as regiões. Quando a ECCO Portugal recebe as ordens de produção, é necessário realizar todos os procedimentos para preparar a produção. Por exemplo, após receber as ordens, têm que ser colocadas as encomendas das gáspeas ao fornecedor e obter informação sobre a data de entrega, que geralmente ronda as 2 semanas. Após obter confirmação da data de entrega, o *bulk* começa a ser dividido por semanas, obtendo-se o planeamento semanal.

De forma a discutir e organizar melhor os planos de produção semanais, tendo em conta todas as possíveis limitações, existem reuniões todas as semanas com vários departamentos. Na semana anterior ao início da produção, é feita uma reunião para discutir e dividir o plano semanal em planos diários, tendo em conta a chegada das gáspeas e de outros materiais.

O plano semanal, dividido por dias, é posteriormente enviado para o departamento de produção, e a programação da produção passa a ser da responsabilidade do *Round Planner*.

O *Round Planner*, recebe os planos e define o número de moldes na máquina de injeção que serão destinados a cada um dos artigos, mediante a quantidade necessária e o tempo disponível para a produzir.

As ordens de produção são libertadas, preparadas e colocadas junto ao primeiro posto de trabalho do sistema produtivo, designado “tubulares”. É da responsabilidade das operadoras dos tubulares gerir o sortimento de tamanhos de cada artigo mediante o número de moldes. O sortimento corresponde à divisão das quantidades de sapatos de uma ordem de produção por tamanhos. Gerem assim, a ordem pela qual os tamanhos serão produzidos, partilhando com o *Round Planner* responsabilidade pelo sequenciamento da produção.

### 3.2.3 Descrição geral do processo produtivo

Na ECCO, o processo produtivo de um sapato assenta em duas grandes etapas: a produção da gáspea e a montagem final do sapato, onde se inclui a injeção da sola e o acabamento. A

subsidiária da ECCO em Portugal dedica-se apenas à parte final do processo, montagem e acabamento, utilizando gáspeas provenientes de outras unidades ECCO como Indonésia, China, Índia e Vietname.

A zona produtiva da ECCO encontra-se dividida em quatro “mini-fábricas” de produção com características muito semelhantes, como se pode ver na Figura 15, que laboram em três turnos diários. No turno da noite, atualmente, só se encontram três mini-fábricas em funcionamento.

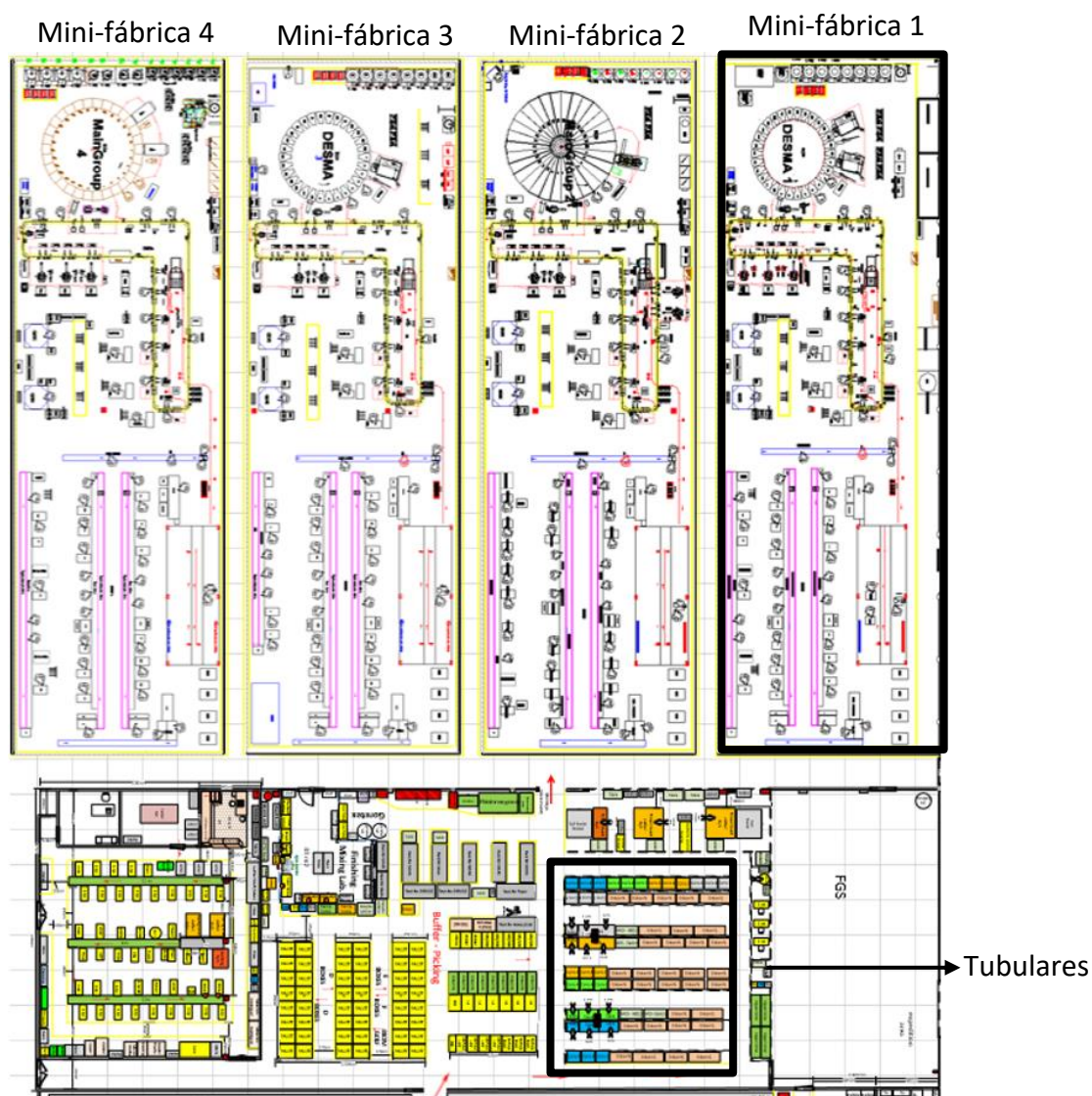


Figura 15 - Layout da zona produtiva

Cada mini-fábrica é composta por uma linha de montagem (incluindo uma máquina de injeção de solas semi-robotizada com alta cadência de produção) que abastece duas linhas de acabamento. Existe ainda uma linha de acabamento auxiliar, como é possível observar na



Figura 16. A máquina de injeção de solas apresenta 30 estações, sendo que cada uma pode incorporar um molde de sola.

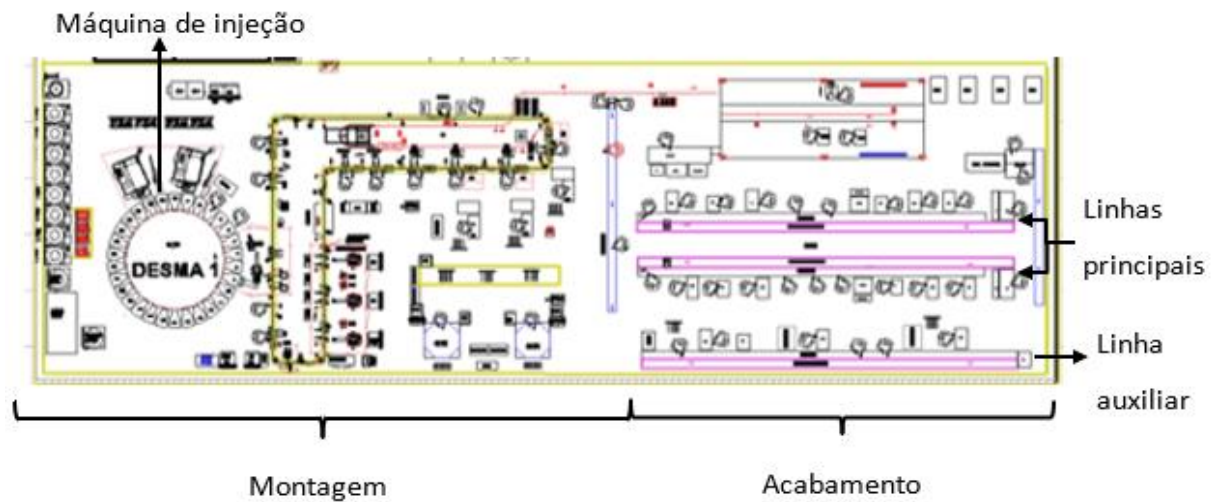


Figura 16 - Layout das mini-fábricas

O processo produtivo inicia-se na zona dos tubulares (Figura 15), que se encontra fora da zona produtiva das mini-fábricas. Esta zona é composta por quatro postos de trabalho, sendo que cada posto trabalha para a mini-fábrica definida.

Aqui, as duas operárias por posto são responsáveis por desembalar as gáspeas e outros componentes (Figura 17), fazendo controlo de qualidade, e construir um set de carros (composto por três carros) – que funcionam como estantes móveis - que vão abastecer a mini-fábrica. Excetuando as gáspeas, que são necessárias para todos os tipos de sapatos (artigos), a existência de outros componentes depende da lista de materiais dos artigos em produção. As gáspeas e os componentes necessários nos tubulares são abastecidos pelo armazém, em carros gradeados, sendo que cada um contém todos os materiais para uma ordem de fabrico.

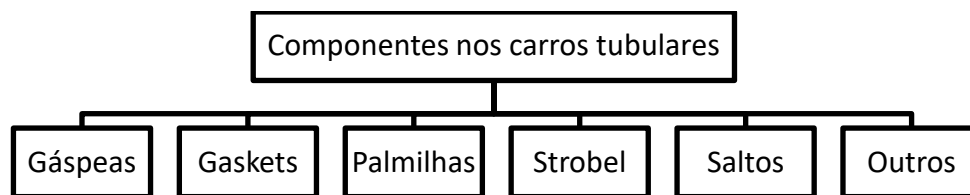


Figura 17 - Componentes que podem ser encontrados nos carros tubulares

A construção dos carros tubulares (Figura 18) é feita de acordo com o número de moldes de cada artigo que se encontram, naquele momento, na máquina de injeção em conjunção com o plano de produção diário. Ou seja, os três carros estão divididos nas 30 estações da máquina de injeção, levando até 6 pares de gáspeas por estação, ou seja, 180 pares no total. Assim, são

as operadoras dos tubulares que gerem o sortimento dos tamanhos, tentando minimizar o número de mudanças de moldes, mediante o número de estações da máquina de injeção que foram atribuídas para cada artigo, pelo *Round Planner*.

Depois de completos, os três carros são colocados numa área destinada ao WIP, com capacidade definida para um set de carros por mini-fábrica. Quando acabam de processar um set de carros, os operadores responsáveis pelo primeiro posto de trabalho da linha de montagem transportam os carros vazios de volta para a zona dos tubulares e trazem os carros cheios para a sua proximidade.



Figura 18 - Set de carros tubulares

Seguem-se várias operações de montagem, antes e após a injeção das solas. Posteriormente, os pares são distribuídos pelas duas linhas de acabamento presentes nas mini-fábricas. No final do processo, os pares de sapatos saem prontos e embalados, são colocados em paletes e conduzidos para o armazém de produto acabado.

#### 4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO PROCESSO DE ABASTECIMENTO DE COMPONENTES

Neste capítulo apresenta-se a descrição e uma análise crítica, identificando problemas, do processo de abastecimento de componentes às linhas de produção.

Esta dissertação foca-se no abastecimento de materiais provenientes do *buffer* de componentes, não contemplando outros materiais que são abastecidos às linhas de produção por outro processo.

##### 4.1 Descrição do processo de abastecimento de componentes

Este projeto de dissertação abrange os componentes que são abastecidos através do “*buffer* de componentes”, denominação utilizada pela empresa para o supermercado. O *buffer* de componentes consiste numa área de aproximadamente 150 m<sup>2</sup> (Figura 19) que foi criada após a decisão de encerrar o armazém durante o turno da noite. Assim, ao longo do turno da manhã e do turno da tarde, operadores do armazém abastecem esta área com os componentes necessários para os três turnos. Para realizarem esta tarefa, os operadores de armazém recebem, no início do dia, o plano de produção diário que é, posteriormente, convertido nas necessidades de componentes.

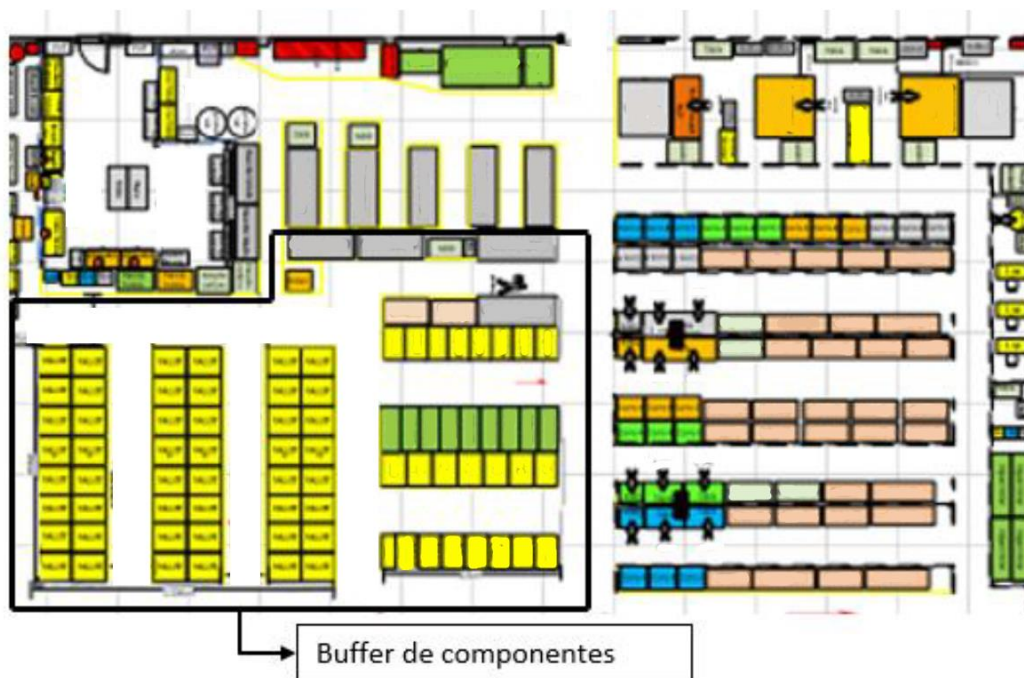






Figura 19 - Layout do buffer de componentes

#### 4.1.1 Tipos e necessidades de componentes

Os componentes necessários nas linhas de produção das mini-fábrica dependem dos artigos que estão em produção em cada uma delas. Para além disso, assim como existem diferentes tamanhos para cada artigo, um componente também pode ter vários tamanhos.

A partir da análise da lista de materiais de um artigo de cada família de sapatos, que estiveram em produção desde setembro a dezembro de 2018 (36 famílias), foi possível identificar os principais tipos de componentes que foram abastecidos a partir do *buffer* de componentes. Na ECCO, as famílias são denominadas grupos e correspondem a um conjunto de modelos de sapatos (artigos) com características similares. A informação foi sumariada na Tabela 6, sendo que, para a análise só foram considerados os componentes que estão presentes em mais do que um grupo de sapatos. Assim, podem constar mais tipos de componentes no *buffer*, no entanto, o seu consumo é muito reduzido.

Tabela 6 - Componentes abastecidos a partir do *buffer*

Componente	Exemplo	Número de referências	Local de consumo
Caixas		26	Zona de embalamento, no final das linhas de acabamento.
Divisórias		4	Zona de embalamento, no final das linhas de acabamento.
<i>Silk Tissue</i>		5	Zona de embalamento, no final das linhas de acabamento.
<i>Silk Paper</i>		5	Zona de embalamento, no final das linhas de acabamento.

Componente	Exemplo	Número de referências	Local de consumo
<i>Sticks</i>		8	Linhas de acabamento.
Pitões		1	Posto de trabalho dedicado à colocação de pitões, junto das linhas de acabamento da mini-fábrica 1.
<i>Shanks</i>		7*	Linhas de montagem.
Espumas		7	Linhas de montagem.
Formadores		6*	Linhas de acabamento.
Etiquetas		7	Linhas de acabamento.
Papel autocolante		1	Linhas de acabamento.
*Cada referência divide-se em vários tamanhos de acordo com o tamanho dos sapatos.			



Na Figura 20, é possível compreender a percentagem de grupos analisados que necessitam de cada um dos componentes. No anexo II, encontra-se a designação de todos os grupos analisados e os respetivos componentes.

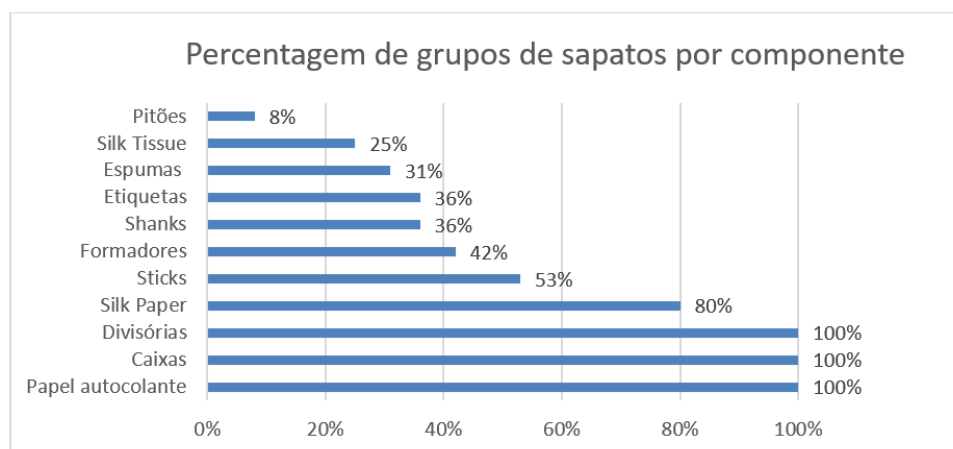


Figura 20 - Percentagem de grupos de sapatos que necessita de cada componente

Devido à diferente combinação de componentes necessários para cada grupo de sapatos, existe uma grande variabilidade na quantidade consumida de cada um dos componentes nas linhas de produção, ao longo do tempo. Para além disto, a quantidade produzida de cada grupo de sapatos é bastante variável em cada mini-fábrica, como se pode verificar na Figura 21, onde está representada a produção semanal do mês de setembro de 2018, dividida por família de sapatos da mini-fábrica 1.

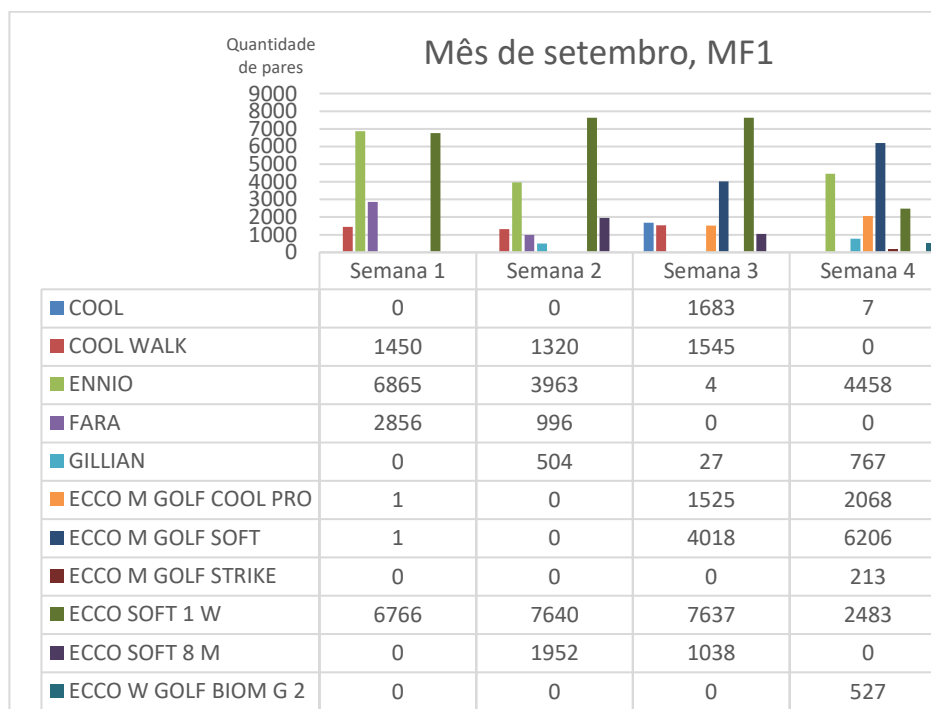


Figura 21 - Produção semanal do mês de setembro

Para mostrar com mais detalhe a variação diária, escolheu-se uma das semanas de setembro, podendo-se verificar a quantidade de pares de cada grupo produzidos por dia, na Figura 22.

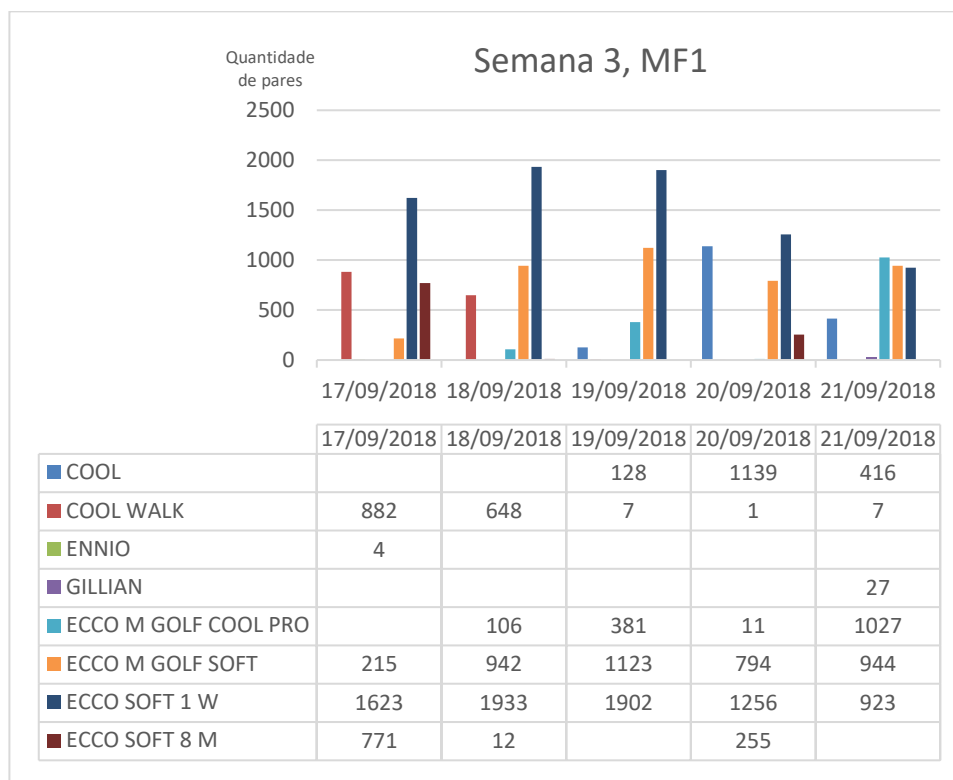


Figura 22 - Produção diária de 17/09 a 21/09 de 2018

Para além disto, devido às perdas de produção em que se incorre para proceder às mudanças de moldes da máquina de injeção, estas tentam ser minimizadas, o que faz com que a produção de uma ordem de fabrico não seja nivelada. Ou seja, primeiro são produzidos uns tamanhos do sapato em questão e apenas quando é produzida a quantidade total necessária para esses tamanhos é que se procede para a produção de outros tamanhos. Isto faz com que, no caso dos componentes que diferem no tamanho, o consumo também não seja nivelado, para acomodar os diferentes tamanhos dos sapatos.

A variabilidade das quantidades produzidas por grupo de sapatos, em conjunção com a falta de nivelamento da produção, faz com que o sistema de abastecimento de componentes se torne complexo, pois traduz-se num consumo oscilante para cada componente individual.

#### 4.1.2 Método de abastecimento

Para abastecer as mini-fábricas com os componentes presentes no *buffer*, existem dois operadores logísticos por turno, sendo que cada um é responsável por abastecer duas mini-fábricas (Figura 23).

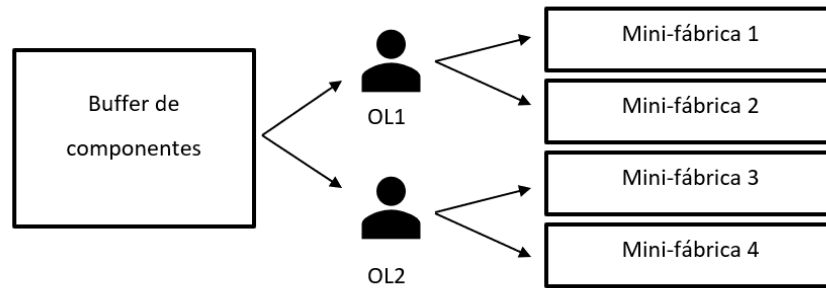


Figura 23 - Esquema do abastecimento de materiais

A atividades são iguais para os dois operadores logísticos e consistem, de forma geral, em:

- Recolher os componentes necessários do *buffer*;
- Transportar os componentes atempadamente para os postos de trabalho onde são necessários, nas respetivas mini-fábricas.

Para transportar os componentes para as linhas de produção, cada operador logístico tem à sua disposição 2 carros com características diferentes (Figura 24), sendo que a utilização de um ou de outro está dependente da preferência do operador e/ou da quantidade de componentes que pretende transportar.



(a)



(b)

Figura 24 - Carros de abastecimento 1 (a) e 2 (b)

Enquanto realizam estas atividades, os operadores logísticos também são responsáveis por manter a zona do *buffer* limpa, sendo necessário espalmar e colocar num sítio específico as caixas de cartão que vão sendo esvaziadas à medida que os componentes são utilizados.

Os operadores logísticos deslocam-se, frequentemente, às mini-fábricas para verificarem se existe algum componente em falta, baseando-se nas quantidades em *stock* de cada



componente existente, naquele momento, nos postos de trabalho e em informações dadas pelos operadores que estão a consumir os componentes.

Os pontos de abastecimento, que coincidem com o local onde os componentes são consumidos nas mini-fábrica, dependem dos artigos que se encontram em produção, uma vez que podem ou não ser necessários certos componentes. Em geral, existem os seguintes pontos de abastecimento em cada mini-fábrica:

1. No posto de trabalho da linha de montagem responsável pela inserção das espumas e/ou shanks na gáspea (se os sapatos em produção necessitarem destes componentes).
2. Ao longo das linhas de acabamento (número de postos de trabalho que necessita de componentes depende dos sapatos em produção).
3. No posto de trabalho responsável pelo embalamento (final da linha de acabamento), onde são abastecidas sempre as caixas, divisórias, *silk tissue* e/ou *silk paper*.
4. Posto de trabalho onde se incorporam os pitões no sapato, que só existe na mini-fábrica 1 (se os sapatos em produção necessitarem deste componente).

A localização dos pontos de abastecimento referidos, pode ser observada na Figura 25.

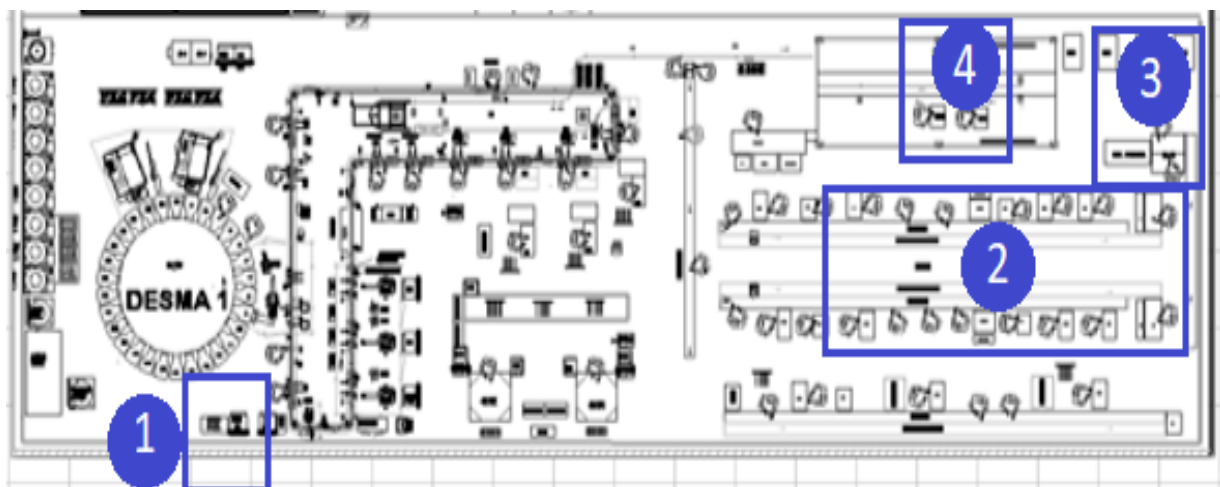


Figura 25 - Pontos de abastecimento das mini-fábricas

A partir de uma observação de duas horas do trabalho de cada operador logístico, utilizando cronometragem, foi possível quantificar a percentagem de tempo gasta em cada uma das atividades pelas quais são responsáveis. As atividades e a respetiva percentagem de tempo gasta em cada uma delas estão representadas na Figura 26.

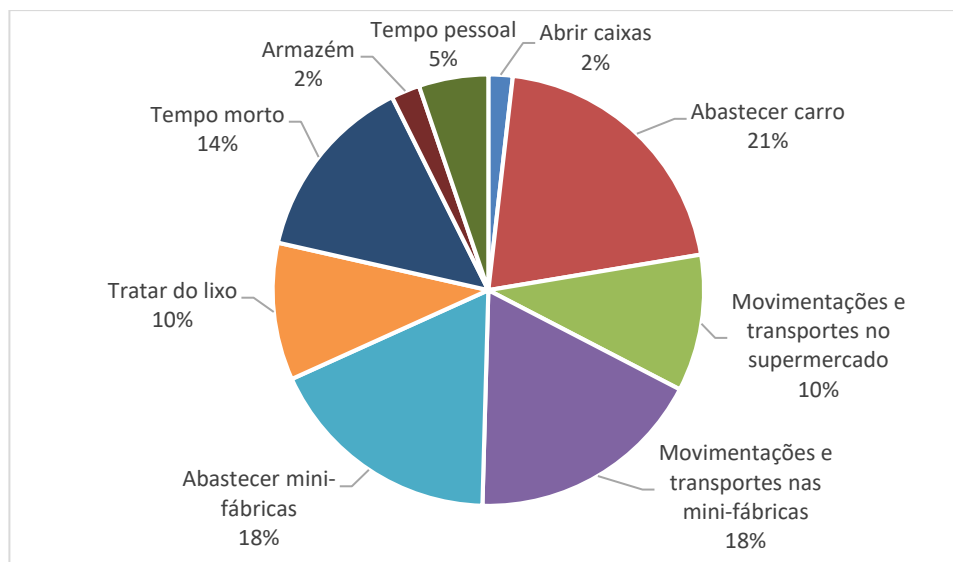


Figura 26 - Percentagem de tempo gasta em cada atividade

Para um melhor entendimento das atividades, estas encontram-se descritas na Tabela 7.

Tabela 7 - Descrição das atividades dos operadores logísticos.

Atividade	Descrição
Abastecer carro	Recolher os componentes necessários do <i>buffer</i> e coloca-los no carro de abastecimento.
Movimentações e transportes no supermercado ( <i>buffer</i> )	Deslocamentos dentro do <i>buffer</i> , de forma a recolher todos os componentes necessários.
Movimentações e transportes nas mini-fábricas	Todos os movimentos e transportes de componentes na zona produtiva, de forma a abastecer os componentes.
Abastecer mini-fábricas	Atividade de colocar os componentes nos respetivos locais de abastecimento nas mini-fábricas.
Tratar do lixo	Espalmar e colocar caixas de cartão num carro gradeado. Trocar carro gradeado cheio por um vazio (1 a 2 vezes por turno).
Tempo morto	Tempo em que os operadores logísticos se encontram desocupados.
Armazém	Esporadicamente é necessário ir ao armazém buscar algum componente que estejam em falta no <i>buffer</i> .
Tempo pessoal	Tempo de pausa.
Abrir caixas	Abrir as caixas de cartão onde se encontram alguns dos componentes.

#### 4.1.3 Organização do *buffer* de componentes

O *buffer* de componentes (Figura 19), concentrado numa área de cerca de 150 m<sup>2</sup>, é composto por várias estantes, nas quais são colocados os componentes com formato e dimensões que o permitam.

Nas estantes, são colocadas etiquetas identificadoras de cada um dos componentes, para fácil percepção de qual componente se encontra em cada sítio.

Os formadores e as divisórias, como chegam do fornecedor em caixas de dimensões elevadas, são colocadas no chão, em áreas definidas, sendo também identificado o tipo de componente que se encontra em cada espaço.

Cerca de 100 m<sup>2</sup> do espaço do *buffer*, é ocupado por paletes de caixas de grandes dimensões, que dentro trazem as caixas desmontadas onde são colocados os sapatos. O *layout* desta área está dividido por tipos de caixas, como é possível verificar na Figura 27, onde cada retângulo identifica o espaço para uma paleta de dimensões 1,2 x 1,0 metros. As letras E, B, F e D são grupos de caixas, sendo que dentro de cada grupo existem diversas referências de caixas. Existem marcações no chão a delimitar os espaços, representadas a amarelo na Figura 27.

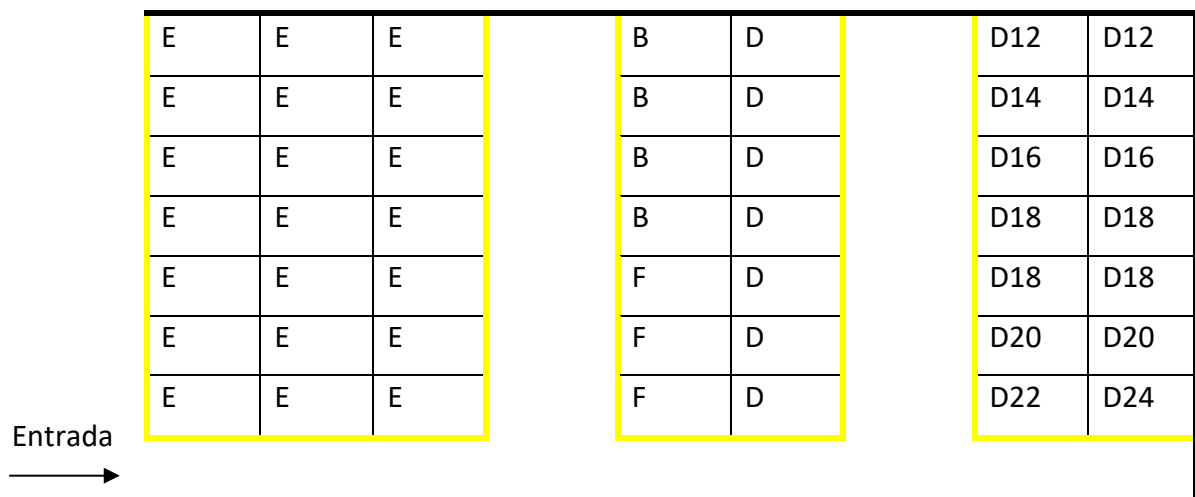


Figura 27 - Layout do buffer (caixas)

Em concordância com a grande variabilidade de produtos produzidos, no *buffer*, ao longo do tempo, também é possível verificar variação em termos das referências de caixas que lá se encontram e das quantidades de cada uma.

## 4.2 Análise crítica e identificação de problemas no abastecimento de componentes

Após proceder à análise do sistema de abastecimento de componentes do *buffer* às linhas de produção, foram encontrados vários problemas que serão analisados ao longo deste subcapítulo.

#### 4.2.1 Inexistência de um *standard* de abastecimento

A partir da observação dos métodos de trabalho dos operadores logísticos do turno da manhã e do turno da tarde, foi possível constatar que estes **não seguem um procedimento normalizado**, pelo que existem diferenças na forma como procedem ao abastecimento de componentes às linhas de produção. **Não existe uma rota de abastecimento definida, nem tempos de ciclo associados** à atividade de abastecimento das linhas de produção.

Na Figura 28, constam dados provenientes da observação, com duração de 2 horas, do trabalho de cada um dos operadores logísticos do turno da manhã e do turno da tarde (OL1, OL2, OL3, OL4), dividido por cada uma das atividades identificadas. É possível verificar que o tempo gasto em cada uma das atividades varia de acordo com o operador logístico. Isto acontece, porque cada um dos operadores logísticos aborda o abastecimento de componentes às linhas de produção da forma que considera mais conveniente.

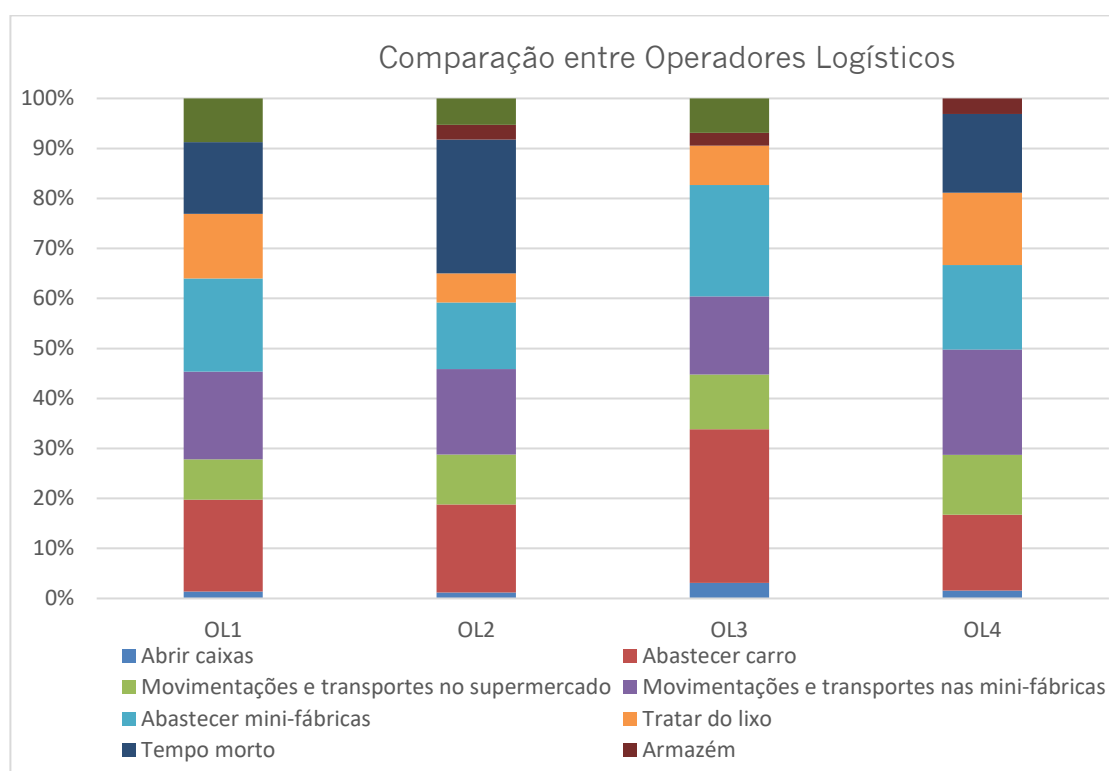


Figura 28 - Comparação das percentagens de tempos gastos pelos diferentes OLS

A partir de uma segunda observação de 2 horas, foi possível retirar os tempos de ciclo do processo de abastecimento, os tempos para cada ciclo de *picking* e os tempos de abastecimento nas linhas de produção:

**Tempo de ciclo** – Tempo que o operador demora a fazer o *picking* dos componentes e a entregá-los às linhas de abastecimento, até começar outra atividade de *picking*. Consiste na

diferença entre a hora de início da atividade de *picking* (i) e a hora de início da atividade de *picking* (i-1).

**Tempo de *picking*** – Tempo que o operador gastou apenas nas atividades de *picking*. É a diferença entre a hora de término e de início da atividade de *picking* (i).

**Tempo de abastecimento** – Tempo que o operador gastou nas atividades de movimentar e transportar componentes para as linhas de produção e abastecê-las, após o processo de *picking*.

Na Tabela 8, encontra-se o resumo dos dados obtidos, sendo possível constatar que:

- Os tempos observados variam de acordo com os operadores logísticos;
- Os tempos individuais de cada um dos operadores também são fonte de variação, sendo visível através dos valores elevados de desvio padrão de cada um dos tempos para cada operador.

O desvio padrão da média foi obtido a partir da fórmula 5:

$$s = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

Em que:

s – Desvio padrão da média;

$\sigma$  – Desvio padrão;

n – Número de ciclos de abastecimento.

Tabela 8 - Tempos associados ao processo de abastecimento

		OL1	OL2	OL3	OL4
Tempo de ciclo (min)	Média	16	9	23	21
	Desvio Padrão da média	2,60	0,92	8,54	5,63
	Mínimo	3	5	3	8
	Máximo	56	15	42	33,5
Tempo de <i>picking</i> (min)	Média	6	3,60	11	10,30
	Desvio Padrão	2,36	0,73	4,42	3,18
	Mínimo	0,5	0,5	1	0,5
	Máximo	5	10	22	16
Tempo de abastecimento (min)	Média	4	4,30	12	7,70
	Desvio Padrão	0,47	0,66	4,12	2,95
	Mínimo	2	1	2	0,5
	Máximo	5	10	22	16

Analisando com pormenor os tempos de ciclo, através Figura 29, verifica-se que o número de ciclos efetuados por cada um dos operadores logísticos é diferente, apesar do tempo de observação ser o mesmo. Por exemplo, enquanto o operador logístico 2 realizou onze ciclos de abastecimento, o operador logístico 3 apenas realizou quatro. Isto acontece porque, enquanto o operador logístico 3 prefere abastecer maiores quantidades de componentes em cada ciclo, o operador logístico 2 realiza muitos ciclos abastecendo pouca quantidade de componentes em cada um.

Olhando para cada operador individualmente, também é possível concluir que existe variação nos seus tempos de ciclo, uma vez que são estes que decidem quando devem iniciar um novo ciclo e que componentes e quantidades devem abastecer, a partir do que observam nas linhas de produção.

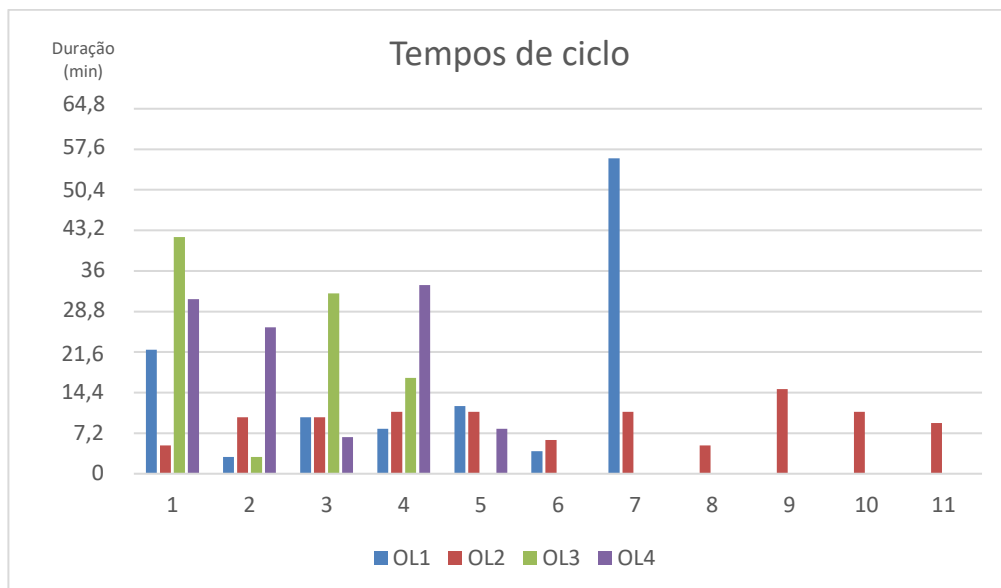


Figura 29 - Tempos de ciclo de cada OL

Para além disto, a inexistência de uma rota fixa e um tempo de ciclo normalizado para o processo de abastecimento, faz com que o operador logístico passe pelas mini-fábricas em certos períodos do dia e necessite de abastecer uma grande quantidade de componentes, ficando sobrecarregado, e noutros períodos não tenha componentes para abastecer, permanecendo desocupado. É possível verificar, na Figura 30, o tempo que cada operador ficou desocupado durante a observação de 2 horas, que corresponde ao tempo morto identificado na Figura 28.

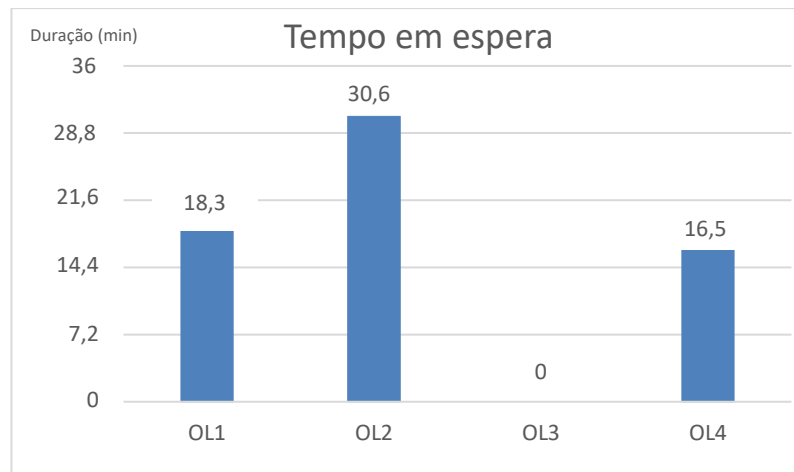


Figura 30 - Tempo em espera pelos OLs

Esta situação reflete-se na ocupação presente na Tabela 9. Apesar do conteúdo de trabalho ser semelhante para todos os operadores logísticos, verificam-se grandes diferenças nos tempos em espera, o que se deve aos diferentes métodos de trabalho empregues por cada operador logístico.

Tabela 9 - Ocupação dos operadores logísticos

Operador Logístico	Ocupação
1	84%
2	74%
3	100%
4	85%

Como consequência da falta de normalização do trabalho, também **não existem instruções de trabalho**, que permitam aos operadores compreender claramente quais são as atividades a realizar e o tempo que têm disponível para elas. Assim, o tempo em que os operadores logísticos estão desocupados não pode ser previsto, tornando impossível aproveitar esse tempo para a realização de outras atividades. Para além disso, a experiência do operador logístico é importante para obter o correto e atempado abastecimento dos materiais, tornando-se um trabalho complexo para os operadores de outras áreas que se responsabilizam pelo abastecimento quando existe absentismo.

#### 4.2.2 Esquecimento dos componentes a abastecer

Nas suas passagens pelas linhas de produção, os operadores logísticos vão verificando quais são os componentes que têm de abastecer no próximo ciclo de abastecimento. Fazem o abastecimento de um componente quando recebem informações dos operadores das linhas

de produção dos componentes que necessitam, ou quando reparam que o *stock* de um determinado componente está baixo, tomando nota mental do que é necessário, ou, no caso de certos operadores logísticos, apontando num pequeno papel. Isto leva, por vezes, ao esquecimento dos componentes que têm de abastecer.

#### 4.2.3 Dificuldade de abastecimento no processo de mudança de produto

Os operadores logísticos não têm acesso às listas de materiais dos produtos. Isto faz com que tenham de perguntar regularmente aos operadores das linhas de produção quais são os componentes que estão a utilizar, interrompendo-lhes o trabalho.

Esta falta de conhecimento torna-se ainda mais gravosa quando há mudança de produtos nas linhas de produção. Como os operadores logísticos não sabem quando são introduzidos novos artigos nas linhas de produção, não conseguem abastecer os novos componentes necessários atempadamente, a não ser que os chefes os informem das novas necessidades. Isto porque, frequentemente, só descobrem a necessidade de novos componentes quando os sapatos já se encontram nos postos de trabalho, sendo só aí informados pelos operadores das linhas, que não têm os componentes para continuar o processamento.

Pelo contrário, quando é finalizada a produção de um artigo, os operadores logísticos continuam a abastecer os mesmos componentes, mesmo que já não sejam necessários, até o espaço alocado para esse componente nas linhas de produção estar cheio. Isto faz com que estejam componentes desnecessários junto às linhas de produção, aumentando o *stock*.

#### 4.2.4 Faltas de componentes nas mini-fábricas

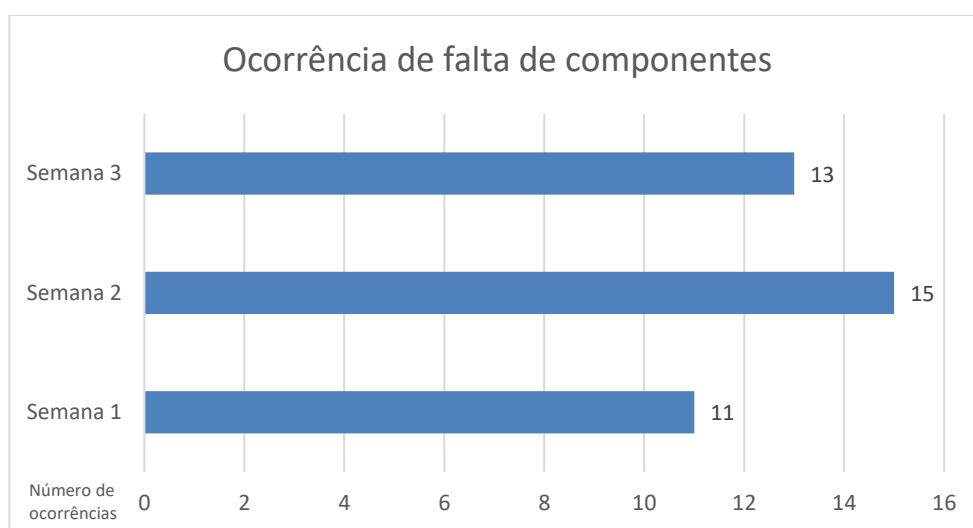
Todos os problemas mencionados anteriormente podem culminar na ocorrência de faltas de componentes nas linhas de produção, fazendo com que os operadores não tenham os componentes que necessitam para efetuar as operações. Isto resulta na necessidade de procurar e informar os operadores logísticos da falha, ou então na necessidade de autoabastecimento das linhas, sendo os operadores a deslocarem-se ao *buffer* para recolher os componentes que precisam. Nos dois casos, a falta de componentes leva a que os operadores das linhas, responsáveis por operações que acrescentam valor ao produto, tenham que gastar tempo numa atividade sem valor acrescentado.

Ora, a existência de operadores logísticos permite que todas as atividades que não acrescentam valor e sejam fonte de desperdício sejam concentradas apenas nesses



indivíduos, sendo assim, se os operadores das linhas tiverem que realizar estas atividades, o propósito dos operadores logísticos fica comprometido.

Para avaliar as faltas de componentes, foram colocadas folhas de registo junto aos postos de trabalho das mini-fábricas, e pedido aos operadores que apontassem sempre que houvesse falha no abastecimento de componentes, durante três semanas. A análise dos dados resultou na informação sumarizada na Figura 31. Como foi dada essa responsabilidade aos operadores, não é possível garantir a veracidade da informação, havendo grande probabilidade de terem existido faltas que por diversos motivos não foram registadas.



*Figura 31 - Ocorrências de falta de componentes*

#### 4.2.5 Transportes e movimentações excessivos

Para avaliar as movimentações dos operadores logísticos e o transporte de componentes, foram elaborados diagramas de esparguete, que capturaram o trabalho dos operadores logístico do turno da manhã e do turno da tarde, durante 1 hora. Os dois operadores logísticos por turno foram representados com cores diferentes no diagrama de esparguete. A partir da análise dos diagramas de esparguete (Figura 32), é possível concluir que os operadores logísticos realizam movimentações e transporte de componentes muito frequentemente, o que se deve à pequena quantidade que transportam de cada vez para as linhas de produção. Para melhor visualização, estes diagramas encontram-se também no anexo III.

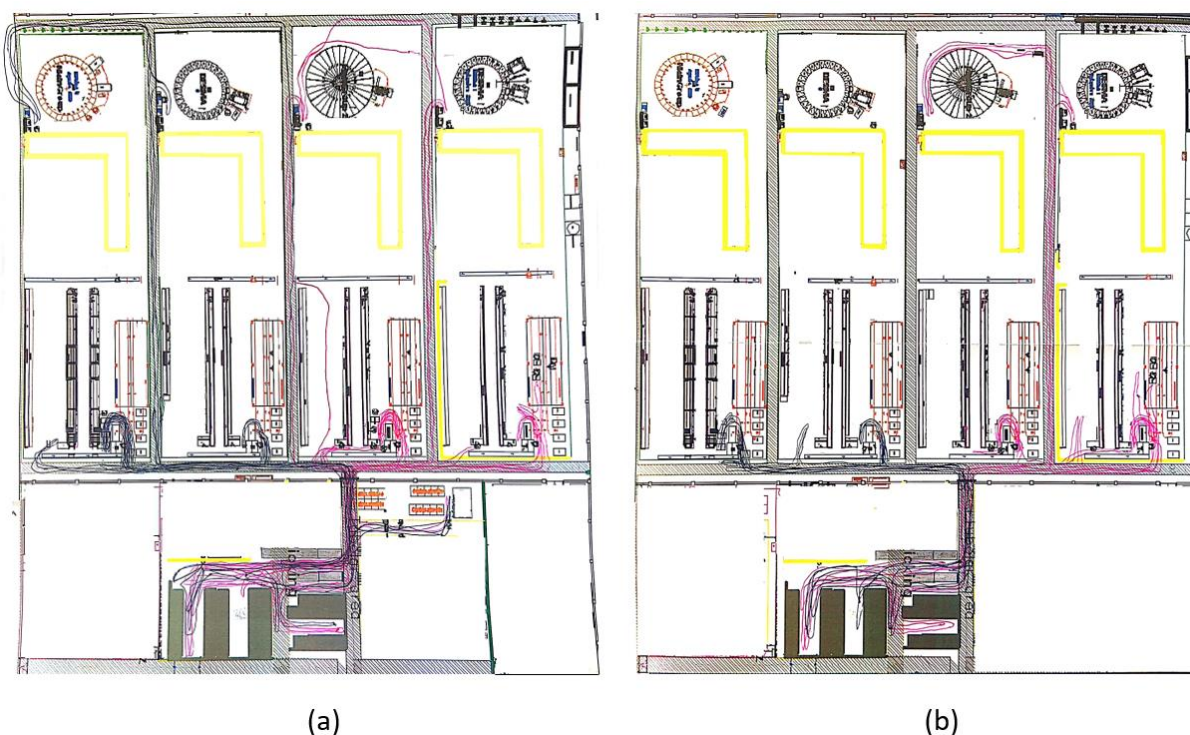


Figura 32 - Diagramas de esparguete. Turno da manhã (a) e da tarde (b)

Também é possível inferir pelo diagrama de esparguete que existem zonas negligenciadas pelos operadores logísticos, onde foram feitas passagens esporádicas ao longo do período de trabalho. Com a intenção de diminuir as distâncias percorridas, os operadores logísticos deslocam-se poucas vezes ao posto de trabalho onde são inseridos os shanks e/ou as espumas, na linha de montagem, quando comparado com as linhas de acabamento, pois é o local mais afastado do *buffer* de componentes.

#### 4.2.6 Falta de gestão visual nos carros de abastecimento

Os carros de abastecimento não dão oportunidade ao operador logístico de identificar os componentes que lá se encontram. Esta situação torna-se um problema principalmente a nível de identificação das caixas de sapatos.

Os operadores logísticos têm que transportar várias referências de caixas, ao mesmo tempo, para a zona de embalagem das linhas de acabamento. Um dos carros de abastecimento tem uma zona dedicada às caixas (Figura 33) no entanto, após colocarem as caixas, não existe forma de identificar que tipo de caixa se encontra em cada compartimento. Devido à semelhança entre os diferentes tipos de caixas (sendo que, na maior parte dos casos, só diferem nas dimensões), quando chegam à zona de abastecimento, os operadores logísticos

já não sabem que tipo de caixa se encontra em cada compartimento. Para o descobrirem, têm que verificar a designação que se encontra em cada caixa, a letras de tamanho muito reduzido, fazendo com que o abastecimento demore mais tempo.



*Figura 33 - Carro de abastecimento*

#### 4.2.7 Desperdícios no abastecimento dos postos de trabalho

Analisando a forma como é feito o abastecimento dos componentes nos postos de trabalho, foram encontrados desperdícios em dois deles.

##### i. Abastecimento dos componentes no embalamento

No embalamento são abastecidos três a quatro tipos de componentes: caixas, divisórias, *silk tissue* e *silk paper*.

As divisórias são abastecidas em caixas com capacidade 150 unidades. Estas caixas são colocadas numa estante, ao nível do chão, na proximidade do posto de trabalho (Figura 34).



*Figura 34 - Divisórias nas caixas*

Quando necessitam de mais divisórias, as operadoras pegam numa caixa, retiram de lá todas as divisórias, colocando-as nas estantes que se encontram à sua frente. Esta operação demora cerca de 66 segundos por caixa de divisórias, tendo este tempo sido cronometrado. Como é uma atividade que não acrescenta valor, deve ser eliminada.

As caixas são abastecidas em estantes com compartimentos para cada tipo de caixa. Estas estantes têm capacidade para cerca de 1050 caixas, e todos os seus compartimentos encontram-se, frequentemente, cheios. Isto acontece porque sempre que algum compartimento começa a ficar vazio, o operador logístico volta a reabastecê-lo. Isto leva a um *stock* elevado de caixas junto ao posto de trabalho e ao reabastecimento de caixas que podem já nem ser necessárias à produção. Assim, normalmente, encontram-se caixas junto ao posto de trabalho que não estão a ser utilizadas pelas operadoras. Na Figura 35, é possível verificar como os componentes são abastecidos neste posto de trabalho, sendo que o contorno vermelho identifica as caixas, o contorno azul as divisórias e o contorno amarelo o *silk tissue* e o *silk paper*.

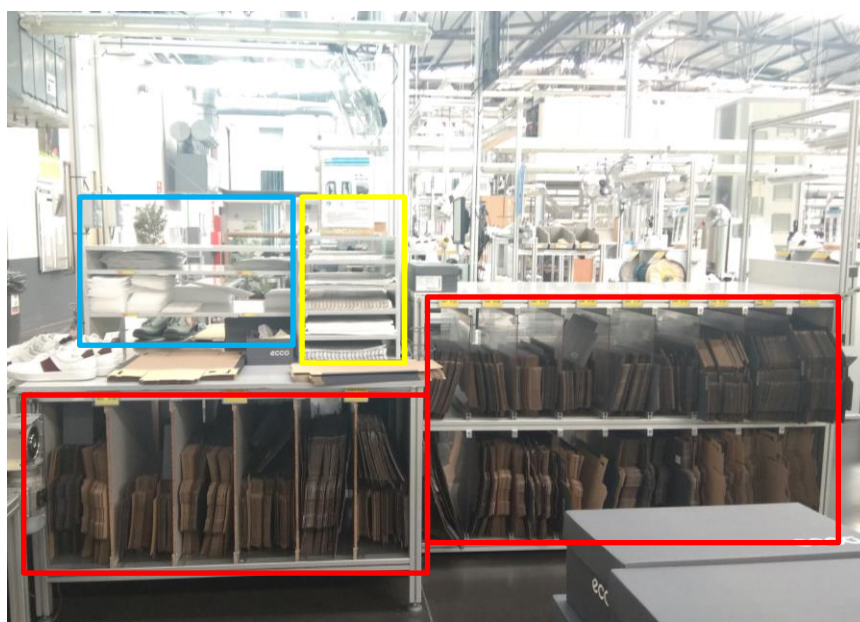


Figura 35 - Posto de trabalho dedicado ao embalamento

## ii. Abastecimento dos shanks

Os shanks são colocados numa estante junto ao posto de trabalho, em caixas de grandes dimensões, com capacidade para cerca de 360 pares de shanks. São abastecidos ainda dentro do saco de plástico, em grupos divididos com o auxílio de elásticos de borracha, como chegam do fornecedor, como é possível observar na Figura 36.



Figura 36 - Stock de shanks junto ao posto de trabalho

Para colocarem os shanks nas caixas de menores dimensões, que se encontram no bordo de linha, os operadores deste posto têm de pegar num saco, abri-lo, retirar os elásticos de borracha e transportar os shanks para as caixas que se encontram no bordo de linha.

Encher uma caixa do bordo de linha com 100 pares de shanks demora, segundo o tempo cronometrado, cerca de 64 segundos e não acrescenta qualquer valor ao produto, pelo que é considerada um desperdício.

Para além disto, devido à grande dimensão das caixas de *shanks* nas estantes, o *stock* é elevado, como se pode verificar pela Tabela 10, que mostram a evolução do *stock* de shanks ao longo de 8 horas, em duas mini-fábricas. A diferença da mini-fábrica 1 para a mini-fábrica 2 deve-se ao número de tipos de *shanks* que estavam a ser utilizados nas mini-fábricas – um tipo na mini-fábrica 2 e dois tipos na mini-fábrica 4. Assim, apesar da produção horária nas duas mini-fábricas ser aproximada, o *stock* duplicou por estarem a ser utilizados dois tipos de shanks.

Tabela 10 – Quantidade de shanks em stock

Hora a que foi feita a observação	Quantidade de pares de <i>shanks</i> em stock	
	MF2	MF4
08:10	520	869
09:10	500	915
10:10	490	972
11:10	390	872
12:10	430	797
13:10	370	1117
14:10	350	1107
15:10	790	1017
16:10	800	957
Média	516	958

#### 4.2.8 Ineficiências no processo de *picking* das caixas

O *layout* e a organização da zona do *buffer* dedicada às paletes de caixas trazem diversos problemas que tornam o processo de *picking* menos eficiente e mais propício a erros de abastecimento.

##### i. Distâncias percorridas

O atual *layout* da zona do *buffer* dedicada às paletes de caixas, como verificado na secção 4.1.3, divide-se por famílias de caixas. Esta situação e a forma como as famílias de caixas se encontram alocadas ao espaço faz com que caixas que são muito utilizadas se encontrem em pontos distantes da entrada do *buffer*, levando a maiores deslocamentos por parte dos operadores logísticos para realizar o *picking*. Para descobrir as referências de caixas que são mais utilizadas, foram elaborados dois gráficos de pareto, com informação do consumo de caixas desde o mês de setembro ao mês de dezembro de 2018:

- Gráfico de pareto para analisar a quantidade de caixas consumidas de cada referência (Figura 37).

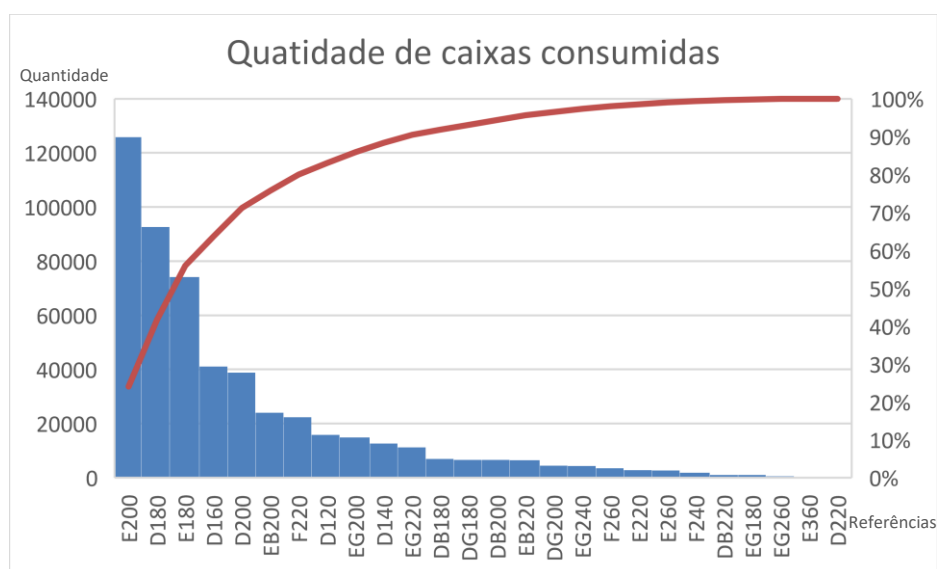


Figura 37 - Análise da quantidade consumida de cada referência de caixa

- Gráfico de pareto para analisar a quantidade de ordens de fabrico que necessitavam de cada uma das referências (Figura 38).



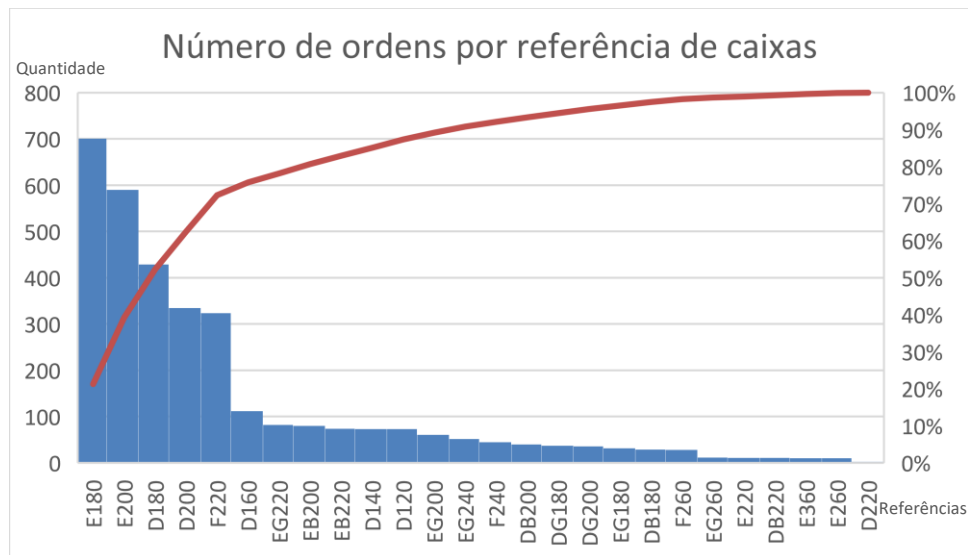


Figura 38 - Análise da quantidade de ordens que necessitavam de cada caixa

A partir da análise dos dois gráficos concluiu-se que as referências de caixas mais utilizadas são: E200, D180, E180, D200, D160 e F220. Não se considerou a referência EB200, pois é um tipo de caixa associado apenas a um grupo de artigos que apenas é produzido em determinados períodos do ano. No entanto, no *layout* atual as caixas da família “D”, incluído as D180, D200 e D160, são as que se encontram mais distantes da entrada do *buffer*.

## ii. Identificação das caixas

Para além da identificação das zonas por famílias de caixas, não existe qualquer forma de identificar a referência de caixa dessa família que se encontra em cada uma das paletes. Para obterem esta informação, os operadores logísticos têm que se dirigir à palete, procurar a etiqueta colada nas caixas e verificar a referência. Devido à dimensão reduzida da etiqueta, a procura e a leitura desta torna-se um processo demorado.

Por vezes, os operadores logísticos ficam acostumados a que uma certa referência de caixa ocupe um determinado local, não verificando a etiqueta aquando do *picking*. Esta situação leva ao transporte de caixas erradas para a produção, quando já não é a mesma referência de caixa que se encontra naquele local. Esta falha não é facilmente detetada devido à similaridade entre referências de caixas, podendo apenas ser detetada aquando da utilização das caixas.

Para além disto, existe uma zona do *layout* em que estão identificadas as referências de caixas que devem ocupar aquele espaço, e não só a família (Figura 39), no entanto, é habitual

estarem nesses locais referências de caixas diferentes das que estão identificadas, o que também pode conduzir a erros de abastecimento.

### iii. Acessibilidade

Existem duas filas de caixas cuja acessibilidade é muito reduzida, uma vez que para alcançar estas caixas, frequentemente, os operadores logísticos têm que se colocar em situações perigosas subindo paletes vazias, o que pode originar acidentes de trabalho. Estas filas estão identificadas a cinzento na Figura 39.

E	E	E		B	D		D12	D12
E	E	E		B	D		D14	D14
E	E	E		B	D		D16	D16
E	E	E		B	D		D18	D18
E	E	E		F	D		D18	D18
E	E	E		F	D		D20	D20
E	E	E		F	D		D22	D24

Figura 39 - Layout da zona das caixas. Filas com acessibilidade reduzida (a cinzento)

Para além disto, estas filas fazem com que a política FIFO – “*First In First Out*” - não seja colocada em prática.

#### 4.2.9 Síntese dos problemas identificados

Após a identificação dos problemas, elaborou-se uma tabela de síntese dos problemas associados ao abastecimento de componentes às linhas de produção (Tabela 11). Estes problemas foram divididos em três categorias: problemas diretamente associados ao processo que rege o abastecimento de componentes às linhas de produção, problemas de abastecimento que influenciam os postos de trabalho das mini-fábricas e, por fim, problemas cuja origem está no *buffer* de componentes onde se procede ao picking.

Tabela 11 - Síntese dos problemas identificados

Categoria	Problemas
<b>Processo de abastecimento de componentes</b>	Inexistência de um processo <i>standard</i> para o abastecimento, pelo que não estão definidas rotas e tempos de ciclo para esta atividade.
	Tempos de ciclo de abastecimento irregulares e diferentes dependendo do operador logístico.
	Operadores logísticos desocupados durante certos períodos de tempo.
	Esquecimento dos componentes que se têm de abastecer, por parte dos operadores logísticos.



<b>Categoria</b>	<b>Problemas</b>
	Dificuldade de abastecimento quando há mudanças de produto.
	Ocorrência de faltas de componentes nas mini-fábricas.
	Ocupação dos operadores das mini-fábricas com operações de abastecimento que não acrescentam valor.
	Transportes e movimentações excessivos.
	Falta de gestão visual no carro de abastecimento.
<b>Postos de trabalho das mini-fábricas</b>	Existência de componentes que não são necessários junto aos postos de trabalho.
	Alocação de atividades de abastecimento, que não acrescentam valor, aos operadores das mini-fábricas.
	Existência de operações desnecessárias que aumentam o tempo de reposição dos componentes no bordo de linha.
	<i>Stock</i> elevado de <i>shanks</i> .
<b>Buffer de componentes</b>	Grandes distâncias percorridas e elevado tempo de <i>picking</i> devido ao <i>layout</i> do <i>buffer</i> .
	Dificuldade na identificação do local onde se encontra cada referência de caixa, para proceder ao <i>picking</i> .
	Erros de <i>picking</i> .
	Dificuldade de acesso a certas paletes de caixas.
	FIFO não colocado em prática.

## 5. DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Ao longo deste capítulo serão apresentadas as propostas de melhoria desenvolvidas com o intuito de colmatar os problemas encontrados e descritos no capítulo anterior.

### 5.1 Redefinição do sistema de abastecimento dos componentes

Após analisar as características dos componentes e a sua procura, o primeiro passo para redefinir o sistema de abastecimento passou por escolher as políticas de abastecimento que mais se adequavam ao processo produtivo.

Analizou-se a possibilidade de adotar o sistema de abastecimento contínuo – *kanban* –, no entanto, chegou-se à conclusão que apenas a introdução deste sistema não traria resultados satisfatórios.

Como abordado na revisão de literatura, o sistema *kanban* não tem uma boa performance em certos cenários de produção, sendo particularmente eficaz em produção repetitiva (Lage & Godinho, 2010).

Ora, estes cenários incluem (Lage & Godinho, 2010; Monden, 1984; Spearman et al., 1990):

- Ordens de produção com baixos tempos de produção: A produção na ECCO é feita de acordo com ordens de produção de 504 pares, pelo que demoram pouco tempo a ser produzidas.
- *Set-ups* significativos: Apesar da mudança de molde na máquina de injeção não ocupar muito tempo, leva à perda de pares, pelo que a produção é programada para ser necessário realizar o menor número de mudanças de molde possível. Assim, as mudanças de moldes têm grande impacto na sequência de produção.
- Procura e tempos de produção instáveis: Como vimos anteriormente, apesar da produção diária não sofrer grandes oscilações, as quantidades de cada artigo produzido podem variar significativamente de dia para dia, o que faz com que não seja possível fixar, a longo prazo, o consumo médio de cada um dos componentes.
- Grande variedade de itens: A ECCO Portugal produz uma grande variedade de artigos, que necessitam de componentes específicos para cada um deles, desta forma, nem todos os

artigos partilham os mesmos componentes. Para além disto, dependendo do tamanho de um dado artigo, os componentes também podem variar.

Para além destes pontos, não existe espaço suficiente nos postos de trabalho para acomodar todos os componentes necessários para os diferentes artigos. Como o sistema *kanban* não tem forma de prever as mudanças de produção, que ocorrem frequentemente, também não prevê a necessidade de alteração dos componentes necessários nos postos.

Deste modo, foi necessário estudar outros mecanismos que possibilitassem um sistema de abastecimento com melhor performance. Surgiu assim, a construção de um sistema de abastecimento baseado no sistema de *kitting*. No entanto, as características de cinco dos componentes favoreciam a utilização do sistema *kanban*, pelo que foi desenvolvido um sistema híbrido *kitting-kanban*. Este sistema será explicado ao longo desta secção.

#### 5.1.1 Kitting

O sistema de *kitting* será útil para o abastecimento de todos os componentes abastecidos através do *buffer*, no entanto só será utilizado para todos os componentes que, como será explicado no seguimento desta secção, não serão abastecidos através do sistema *kanban*.

##### i. Definição do kit

Após completarem um set de carros, uma das funções das operadoras dos tubulares consiste em fazer *scanning* de todas as *main cards* associadas às gáspeas presentes nos carros, para introduzir a informação no SAP (software de gestão). As *main cards* são cartões, com código de barras, que identificam, normalmente, 6 pares de sapatos, contendo toda a informação relativa a esses sapatos. Na Figura 40, encontra-se um exemplo de *main card* para o artigo “Sartorelle 25 Black Nova”, do tamanho 37.

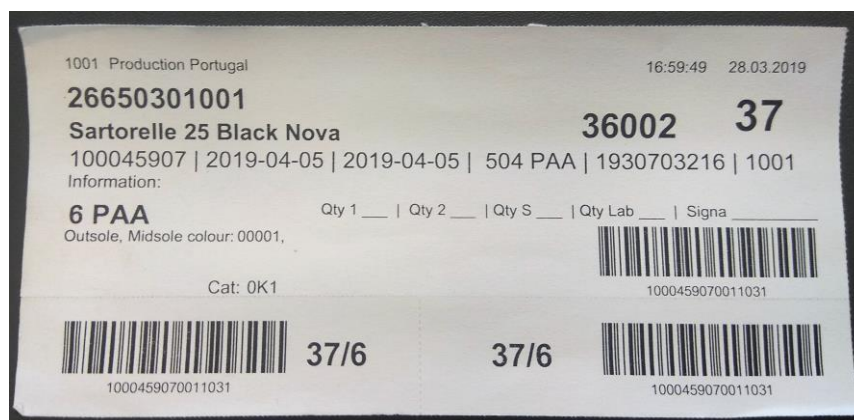


Figura 40 - Main card

Deste modo, o *kit* será formado pelos componentes associados aos 180 pares de gáspeas presentes num set de carros dos tubulares, propondo-se que após o *scanning* das *main cards*, se obtenha automaticamente uma lista de *picking*, com todos os componentes necessários para os artigos. Para isto, após o *scanning* das *main cards* e consequente inserção dos dados no SAP, tem que se aceder às listas de materiais dos artigos em questão (que também se encontram no SAP), filtrar a lista para obter apenas os componentes que são abastecidos através do *buffer* e fazer a explosão das necessidades, consoante as quantidades, como no sistema MRP. Resultando assim numa lista de *picking* com todos os componentes necessários para a produção daqueles 180 pares de gáspeas.

Decidiu-se que os componentes necessários para o *kit* seriam definidos nos tubulares, uma vez que é o local da produção onde é feita a última etapa do sequenciamento da produção, sendo neste posto de trabalho que se decide qual será a ordem pela qual os tamanhos dos pares de gáspeas serão processados. É aqui que o sortimento de cada ordem de fabrico é gerido e, para além disso, como existem, frequentemente, alterações aos planos de produção, é neste posto que se conhece com maior exatidão que pares vão entrar em produção (tamanhos e quantidades).

## ii. Estudo dos tempos para o abastecimento

A partir da análise dos dados presentes no anexo IV, foi possível definir que o início da construção de cada *kit* terá o intervalo de uma hora (60 minutos). Isto porque:

- Em média, as operadoras dos tubulares demoram 52 minutos a construir um *set* de carros tubulares.
- Em média, as operadoras do primeiro posto de trabalho da montagem, necessitam de ir buscar um *set* de carros aos tubulares a cada 65 minutos.

Deste modo, aproximadamente a cada hora, os operadores logísticos terão as listas de *picking* disponíveis para iniciar a construção do *kit* e proceder, de seguida, ao abastecimento desse *kit* nas mini-fábricas. Logo, o tempo de ciclo do processo de abastecimento será de 60 minutos (1 hora).

Com a observação do sistema produtivo, foi possível recolher os tempos que os pares de sapatos demoram a chegar aos postos de trabalho que necessitam de componentes do *buffer*. Esta linha temporal encontra-se na Figura 41.

Como se pode constatar, existe mais de uma hora de diferença entre a chegada dos pares ao posto de trabalho da montagem que necessita de componentes do *buffer* e a chegada destes mesmos pares ao acabamento. Assim, o transporte dos componentes necessários para a produção de um *set* de carros dos tubulares para estes dois locais não necessita de ser feito no mesmo ciclo de abastecimento. Se assim fosse, o *stock* de componentes no acabamento seria maior, estando mais tempo à espera de ser utilizado que o *stock* de componentes na montagem.

Deste modo, o *kit* será composto pelos componentes para a montagem de um *set* de carros dos tubulares e pelos componentes para o acabamento do *set* de carros dos tubulares anterior.

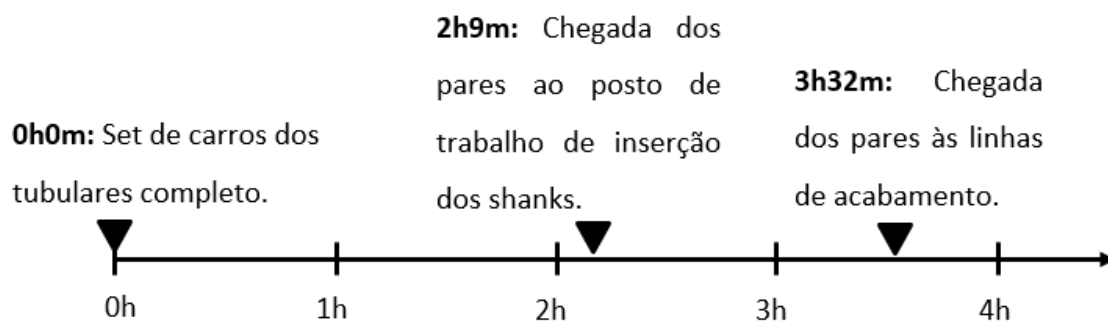


Figura 41 - Linha temporal da produção

### iii. Linhas de acabamento

Como analisado anteriormente, existem duas linhas de acabamento em cada uma da mini-fábricas, o que acrescenta um problema ao abastecimento de componentes através deste sistema. Apesar dos operadores logísticos obterem uma lista de *picking* dos componentes necessários para o acabamento, não têm conhecimento da divisão desses componentes pelas duas linhas de acabamento, pelo que seria necessário encontrar uma solução que permitisse a correta divisão dos componentes pelas duas linhas.

Os sapatos podem ser divididos pelas linhas de acabamento de duas formas, devido à gama operatória e às suas características de produção:

1. Todos os sapatos do mesmo artigo para uma das linhas;
2. Divisão dos sapatos pertencentes ao mesmo artigo pelas duas linhas.

Para resolver o primeiro ponto, seria necessário encontrar uma forma dos operadores logísticos conhecerem quais os artigos presentes em cada uma das linhas. Para isto, seria

necessário criar um quadro para cada mini-fábrica, preenchido pelos respectivos chefes que mostrasse a divisão dos artigos pelas linhas, como o protótipo presente na Figura 42. Estes teriam de preencher a designação do artigo e indicar com um “x” se se encontra a ser produzido na linha 1, na linha 2, ou em ambas.

Mini-Fábrica 1		
Artigo	Linha	
	1	2

Figura 42 - Protótipo do quadro para identificação das linhas

Aliado a este quadro, os componentes das listas de *picking* teriam de ser divididos por artigo. Assim, os operadores logísticos conseguiriam saber que componentes estão associados a cada uma das linhas.

No entanto, apenas este sistema não resolve o segundo ponto, pois os operadores logísticos teriam de saber a quantidade de pares de cada artigo que se dirige para cada uma das linhas e os respetivos tamanhos. Ora, esta quantidade pode variar significativamente ao longo do tempo, sendo impossível impor uma percentagem de pares que são produzidos em cada uma das linhas.

A solução encontrada passa por duplicar a quantidade de cada um dos componentes de acabamento necessários, quando um artigo é produzido nas duas linhas de acabamento das mini-fábricas. Apesar de aumentar o *stock*, esta apresentou-se como a solução mais viável, uma vez que os componentes a duplicar seriam poucos e de tamanho reduzido. Como na zona de embalagem os componentes (divisórias, caixas, *silk tissue* e *silk paper*) são partilhados pelas duas linhas e pertencem aos componentes que vão ser abastecidos através do sistema *kanban*, não teriam de ser duplicados.

#### iv. Lista de *picking*

Devido à separação entre componentes do acabamento e componentes da montagem, existirão duas listas de *picking* associadas ao mesmo *set* de carros dos tubulares. As listas de *picking* incluirão todos os componentes do *buffer* necessários para os 180 pares dos carros de

abastecimento e deverão seguir o esquema representado na Figura 43, identificando a mini-fábrica a que se destina, o artigo, o nome dos componentes e a respetiva quantidade e unidade de medida (peças ou pares). Como visto anteriormente, os componentes da lista de *picking* serão divididos por tipo de sapato devido à existência de duas linhas de acabamento. No entanto, esta divisão não é necessária na lista de *picking* da montagem.

Mini-fábrica [nº]

[Designação do sapato]

[Nome do componente] [QTD] [UoM]

.

.

.

[Designação do sapato]

[Nome do componente] [QTD] [UoM]

.

.

.

Figura 43 - Esquema da lista de picking

#### v. Ferramenta para criação das listas de *picking*

Aquando da proposta deste sistema, os responsáveis de Informática que seriam necessários para suportar o desenvolvimento da ferramenta para obtenção das listas de *picking*, informaram que não havia disponibilidade de recursos para este auxílio.

Por este motivo, no anexo V, encontra-se um fluxograma que indica como terá de funcionar a ferramenta informática para criação das listas de *picking*, após o *scanning* das *main cards* pelas operadoras dos tubulares. Este fluxograma deve ser consultado, surgindo como apoio, futuramente, à criação da ferramenta, se a empresa pretender implementar o novo sistema de abastecimento de componentes à produção.

#### 5.1.2 *Kanban*

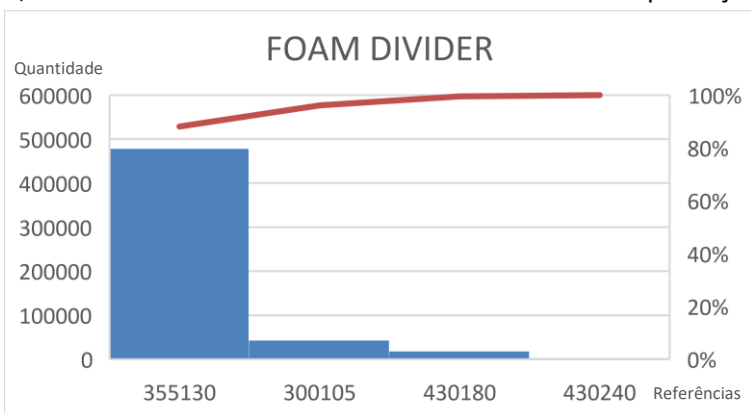
Como referido, devido às diferentes características dos componentes, para além do sistema de *kitting*, também será utilizado o sistema *kanban*.

O sistema *kanban* será utilizado para cinco componentes, estando identificados na Tabela 12, assim como o motivo pelo qual foram inseridos nesta política de abastecimento.

Apesar de serem abastecidos pelo sistema *kanban*, também beneficiam da lista de *picking* desenvolvida para o processo de *kitting*, pois também estarão lá representados estes

componentes. Apesar de não utilizarem as quantidades que vão ser especificadas na lista de *picking*, é a partir desta que os operadores logísticos vão saber se têm ou não que abastecer estes componentes e quais as referências, principalmente no caso dos pitões, do *silk tissue* e do *silk paper*, já que os restantes são sempre necessários. Auxilia assim no processo de mudança de produto, uma vez que não é possível ter todas as referências de *silk tissue* e *silk paper* no posto de trabalho, e os pitões não são sempre utilizados.

Tabela 12 - Componentes abastecidos por *kanban*

Componentes	Motivo															
Pitões	A sua dimensão pequena e formato torna a sua contagem por parte do operador logístico difícil e trabalhosa, pelo que será utilizado o sistema <i>kanban</i> duas-caixas. Para além disso, este posto de trabalho só utiliza este componente.															
Divisórias com tamanho 355130	<p>É um componente utilizado por 86% dos grupos analisados, o que torna a sua procura mais regular que os restantes componentes. Para além disso, como se pode verificar no gráfico elaborado com a informação da quantidade consumida por referência de divisória desde 1 de setembro a 4 de dezembro de 2018, a divisória 355130 foi utilizada em cerca de 88% da produção.</p> <div><p>FOAM DIVIDER</p><table><caption>Dados do Gráfico FOAM DIVIDER</caption><thead><tr><th>Referência</th><th>Quantidade (aprox.)</th><th>Porcentagem (aprox.)</th></tr></thead><tbody><tr><td>355130</td><td>480.000</td><td>88%</td></tr><tr><td>300105</td><td>50.000</td><td>10%</td></tr><tr><td>430180</td><td>20.000</td><td>4%</td></tr><tr><td>430240</td><td>0</td><td>0%</td></tr></tbody></table></div>	Referência	Quantidade (aprox.)	Porcentagem (aprox.)	355130	480.000	88%	300105	50.000	10%	430180	20.000	4%	430240	0	0%
Referência	Quantidade (aprox.)	Porcentagem (aprox.)														
355130	480.000	88%														
300105	50.000	10%														
430180	20.000	4%														
430240	0	0%														
<i>Silk Tissue</i> e <i>Silk Paper</i>	São componentes extremamente finos, o que impossibilita a sua contagem eficaz e eficiente. Existe espaço no posto de trabalho para 5 tipos de <i>silk tissue</i> e/ou <i>silk paper</i> (partilham o espaço).															
Papel autocolante	Só é possível abastecer em lotes de elevadas quantidades, não sendo possível proceder à contagem individual.															

Depois de identificados os componentes que vão ser abastecidos utilizando esta política de abastecimento, deve proceder-se ao dimensionamento do sistema para cada um dos componentes, como será demonstrado de seguida.



### i. Pitões

Como referido anteriormente, para os pitões será utilizado o sistema duas-caixas. Este componente apenas é utilizado na mini-fábrica 1. Para o cálculo do número de caixas a utilizar serão utilizados os seguintes dados:

**Procura:** Será utilizado o histórico da procura diária de pitões (Figura 44), uma vez que este componente só se utiliza quando estão em produção sapatos com pitões.

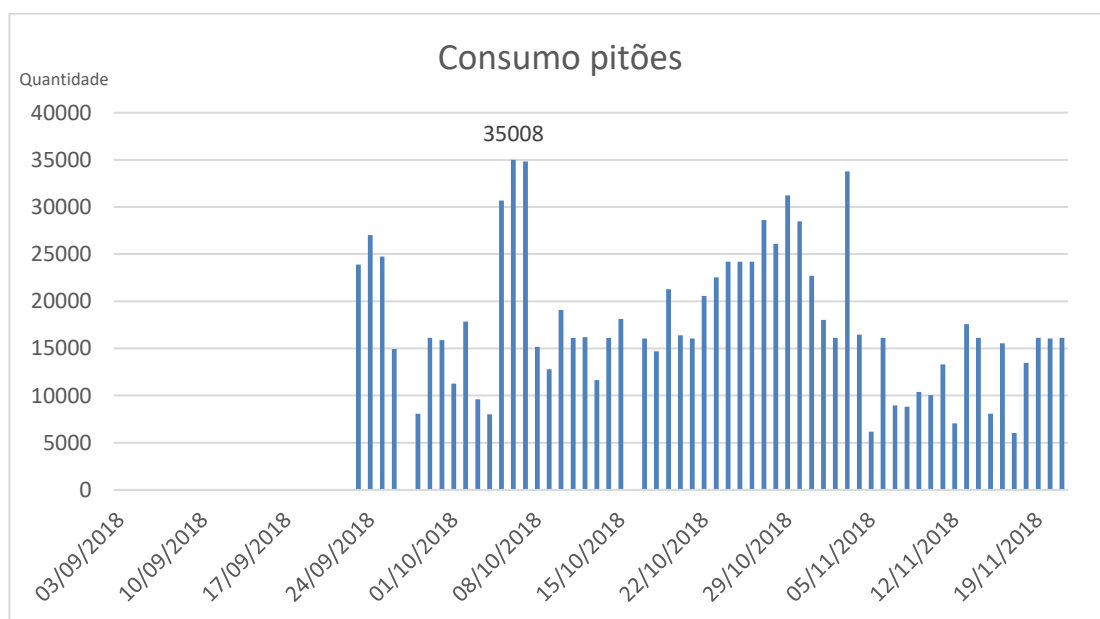


Figura 44 - Consumo de pitões de 3/09 a 21/11 de 2018

Daí será retirado o maior valor da procura, para garantir que não existe rutura, dado que é um componente de pequenas dimensões que ocupa pouco espaço no posto de trabalho. Assim, a procura para os pitões encontra-se na Tabela 13.

Tabela 13 - Procura de pitões

Pitões/dia (2 Postos de Trabalho)	Pitões/dia (1 Posto de Trabalho)	Número de horas (1 dia)	Pitões/hora (1 Posto de trabalho)
35 008	17 504	22,5	778

**Prazo de entrega:** O tempo de ciclo *do mizusumashi* foi definido a partir do processo de *kitting*, sendo que corresponde a 1 hora, o prazo de entrega terá de ser o dobro, ou seja, 2 horas.

**Capacidade do contentor:** A capacidade do contentor é de 1500 pitões, sendo que os pitões estão armazenados em sacos com esta quantidade.

**Prazo de segurança** ou **Quantidade de segurança**: Não será utilizado, uma vez que já se utilizou o maior valor histórico da procura.

Como calculado, utilizando a equação 3 ou a equação 4 - uma vez que não será utilizado o prazo ou a quantidade de segurança -, serão necessárias duas caixas para cada um dos dois postos de trabalho.

$$\text{Número de caixas} = \frac{778 \times 2}{1500} + 1 \approx 2 \text{ caixas}$$

## ii. Divisórias 355130

De forma a calcular o número de caixas necessárias para as divisórias de tamanho 355130, são necessários os seguintes dados:

**Procura:** Foi analisado o histórico da produção diária (Figura 45), cuja média é 12 289 pares/dia. Para o dimensionamento, retirou-se o maior valor, ou seja, 13281 pares.

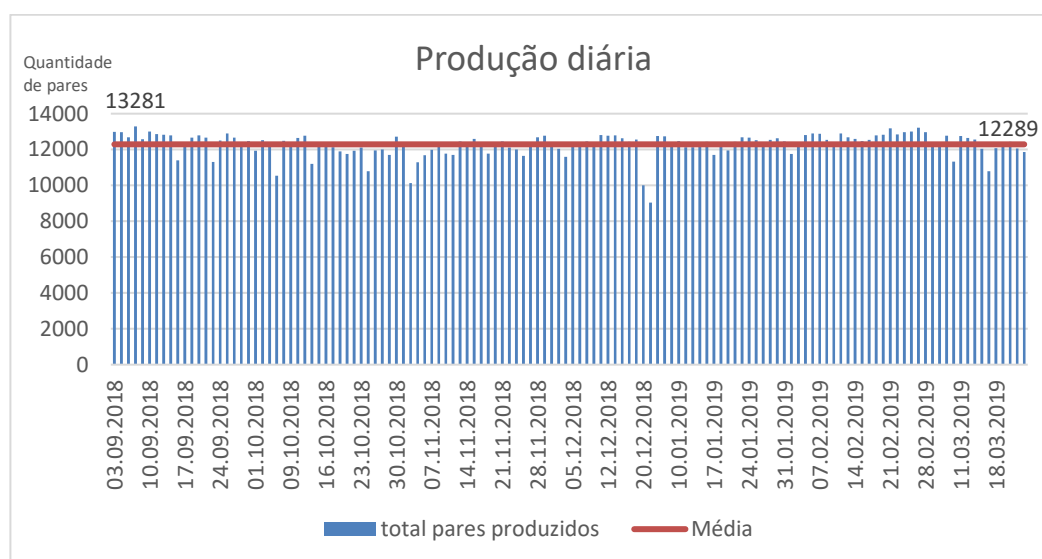


Figura 45 - Produção diária de 03/09/18 a 22/03/19

Como cada par de sapatos utiliza uma divisória, a procura será 160 divisórias/hora (Tabela 14). Existem dois postos de trabalho por mini-fábrica que utilizam este componente, no entanto, retiram os componentes do mesmo local.

Tabela 14 - Produção diária e horária

Maior valor de produção diária (pares)	Horas disponíveis por dia	Produção/hora (pares)
13 281	82,5	160

**Prazo de entrega:** Assim como o componente anterior, o prazo de entrega será 2 horas.

**Capacidade do contentor:** A capacidade do contentor é de 150 divisórias.

**Prazo de segurança ou Quantidade de segurança:** Não será utilizado, uma vez que já se utilizou o maior valor histórico da procura.

Como calculado, utilizando a equação 3 ou 4, serão necessárias três caixas para os dois postos de trabalho por mini-fábrica.

$$\text{Número de caixas} = \frac{160 \times 2}{150} + 1 \approx 3 \text{ caixas}$$

### iii. Silk Paper e Silk Tissue

Para definir o sistema *kanban* de abastecimento para o *silk tissue*, foi utilizado o maior valor histórico de procura para este componente, que corresponde a 2892 peças/dia por mini-fábrica, ou 129 peças/hora. Apesar de não poder ser utilizado o sistema duas-caixas para este componente (não é possível colocar em caixas), foi utilizada a mesma equação para descobrir a quantidade mínima deste componente que tem que estar presente no posto de trabalho antes de iniciar a reposição, para evitar ruturas. Para isto, igualou-se o número de caixas a 2, para descobrir a capacidade do contentor (Q). Assim, a quantidade que deve estar no posto de trabalho para necessitar de ser repostado é de 258 unidades.

$$2 = \frac{129 \times 2}{Q} + 1 \Leftrightarrow Q = 258 \text{ unidades}$$

Para o componente *silk paper*, foi utilizada a mesma lógica, alterando a procura diária que, neste caso, é 3690 peças/dia por mini-fábrica ou 164 peças/hora. A partir dos cálculos é possível inferir que a quantidade mínima que tem de estar no posto de trabalho para alertar da necessidade de reposição é 328 unidades.

$$2 = \frac{164 \times 2}{Q} + 1 \Leftrightarrow Q = 328 \text{ unidades}$$

Como estes dois componentes têm características semelhantes e, por isso, partilham o mesmo local de armazenamento junto aos postos de trabalho, o sistema representado na Figura 46 (protótipo), será utilizado para identificar quando os componentes necessitam de ser reabastecidos. Se na prateleira estiver o componente *silk paper* (P), deve-se reabastecer quando a quantidade atinge a cor vermelha. Por outro lado, se o componente for *silk tissue* (T), o reabastecimento deve ser efetuado quando atingir a cor laranja.



Figura 46 - Protótipo do sistema de identificação visual da necessidade de reposição

Serão colocados cartões *kanban* na proximidade do local de abastecimento, que identificam o componente e a mini-fábrica a que pertence. Quando o operador logístico, na sua rota, verificar que a quantidade de *silk tissue* e/ou *silk paper* atinge a zona colorida respetiva, deve pegar num cartão *kanban* (Figura 47), junto ao posto de trabalho, para não se esquecer de repor o componente no próximo ciclo.



Figura 47 - Cartão kanban

#### iv. Papel autocolante

O papel autocolante é armazenado em rolos. Como cada rolo possui elevadas quantidades de componentes individuais, definiu-se que no posto de trabalho deve ter 2 rolos de cada componente, um que estará a ser utilizado e outro em *stock*. Quando o que está a ser utilizado

chegar ao fim, o início da utilização do rolo em *stock* desencadeia um pedido de reabastecimento.

### 5.1.3 *Mizusumashi*

Depois de definidas as políticas de abastecimento para os componentes, é necessário normalizar o processo de abastecimento às linhas de produção, o que será alcançado através da adoção do sistema *mizusumashi*, com rotas e tempos de ciclo definidos.

#### i. Rotas

Como as paragens de abastecimento nas mini-fábricas podem variar ligeiramente de acordo com os grupos de sapatos que se encontram em produção, as paragens foram agrupadas por zonas.

Como um carro de abastecimento apenas tem capacidade para cerca de 210 caixas, e por cada ciclo de abastecimento tem que se abastecer 360 caixas (180 por cada mini-fábrica), os operadores logísticos terão de se dirigir duas vezes por ciclo à zona produtiva. Assim, foram definidas três possibilidades de rotas para cada operador logístico, que se mostraram mais eficientes em termos de distâncias percorridas, a partir da observação do *layout* da zona produtiva. A Figura 48 descreve, resumidamente, as três rotas, sendo que para um dos operador do turno o  $i=1$  e  $j=2$ , enquanto para o segundo operador o  $i=3$  e  $j=4$ , e no anexo VI encontram-se descritas, visualmente, com auxílio do *layout*.

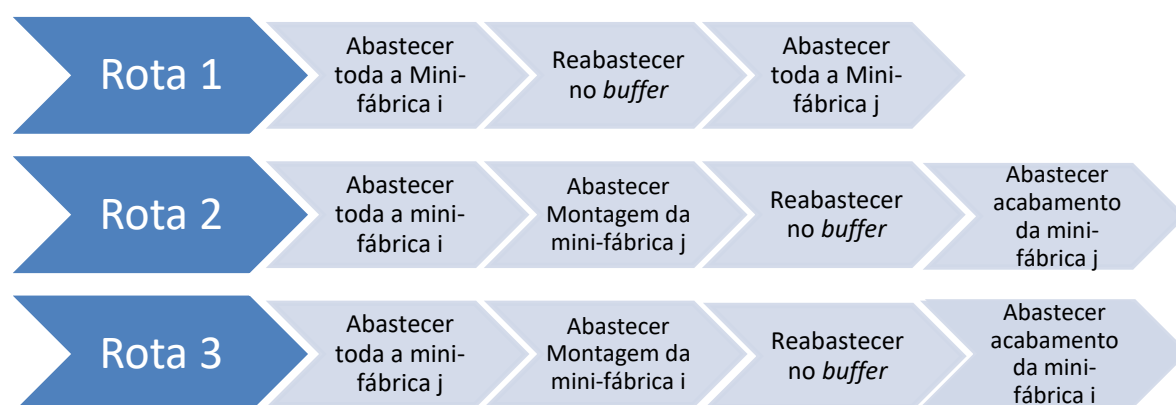


Figura 48 - Possíveis rotas de abastecimento.

Para seleccionar uma das rotas para cada operador, recorreu-se à distância percorrida em cada uma delas. Estes dados encontram-se descritos na Tabela 15.

Tabela 15 - Distância percorrida por rota.

	Rota 1 (m)	Rota 2 (m)	Rota 3 (m)
Operador responsável pela mini-fábrica 1 e 2	258	203	221
Operador responsável pela mini-fábrica 3 e 4	298	263	206

Assim, selecionou-se a rota com menor distância percorrida, ou seja, a rota 2 para o operador logístico responsável pelas mini-fábricas 1 e 2 e a rota 3 para o operador logístico responsável pelas mini-fábricas 3 e 4.

ii. Tempo de ciclo

O tempo de ciclo foi explícito aquando da definição do sistema de *kitting* e corresponde a 1 hora.

Após definir que o ciclo de abastecimento será de 1 em 1 hora, foi necessário estipular a hora de início de cada ciclo. Para isto, teve-se em conta os horários dos operadores dos três turnos, de forma a considerar as duas pausas (10 e 20 minutos). Uma vez que o ciclo proposto é de 1 hora e o dia de trabalho tem 22,5 horas, para regularizar os horários de abastecimento, por vezes teve que se adicionar até 5 minutos a certos ciclos de abastecimento. No anexo VII, encontram-se os horários das pausas dos operadores.

De forma a evitar que os operadores logísticos procedam ao processo de picking simultaneamente, devido às restrições de espaço no *buffer*, foram definidos horários diferentes para cada um deles. Para além disso, os horários das pausas são díspares dependendo das mini-fábricas, no entanto, estes horários são muito similares para as mini-fábricas 1 e 2 e para as mini-fábricas 3 e 4. Assim, ao operador logístico responsável por abastecer as mini-fábricas 1 e 2 foram atribuídos os horários presentes na Tabela 16 e ao operador logístico responsável por abastecer as mini-fábricas 3 e 4, os horários presentes na Tabela 17, para iniciar o ciclo de abastecimento.

Tabela 16 - Horários de abastecimento (Mini-fábrica 1 e 2)

Mini-fábricas 1 e 2								
<b>Turno da Manhã</b>	06:10	07:10	08:20	09:20	10:25	11:50	12:50	13:50
<b>Turno da Tarde</b>	14:50	15:50	17:00	18:00	19:00	20:25	21:25	
<b>Turno da Noite</b>	22:25	23:25	00:25	01:40	02:40	04:00	05:00	

Tabela 17 - Horários de abastecimento (Mini-fábrica 3 e 4)

Mini-fábricas 3 e 4								
Turno da Manhã	06:30	07:30	08:45	09:45	10:45	11:45	13:10	
Turno da Tarde	14:15	15:20	16:20	17:30	18:30	19:30	20:50	21:50
Turno da Noite	22:50	23:50	01:00	02:00	03:00	04:20	05:20	

### iii. Sequenciador

Os operadores logísticos devem iniciar um novo ciclo de abastecimento, retirando as listas de *picking* do sequenciador. Devem existir dois sequenciadores nos tubulares: uma para as mini-fábricas 1 e 2 e outra para as mini-fábricas 3 e 4, ou seja, cada operador logístico tem acesso a apenas um sequenciador. O sequenciador encontra-se dividido em compartimentos, sendo que a cada dois compartimentos estão atribuídos três horários, um para cada turno, havendo a distinção entre compartimentos para o acabamento (para as listas de *picking* do acabamento) e compartimentos para a montagem (para as listas de *picking* da montagem). O protótipo do sequenciador para as mini-fábricas 1 e 2 pode ser observado na Figura 49.

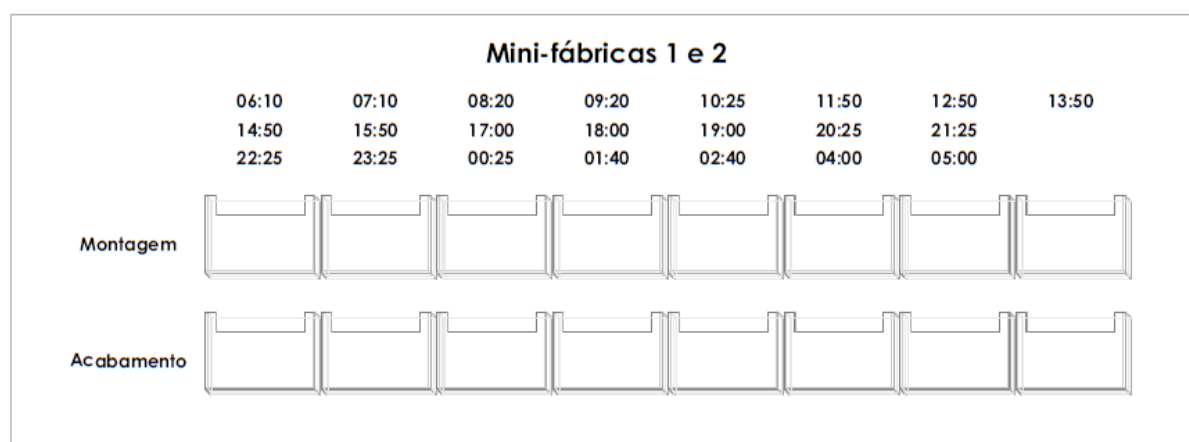


Figura 49 - Protótipo da caixa de nivelamento (Mini-fábricas 1 e 2)

Após produzir as duas listas de *picking*, as operadoras dos tubulares devem colocá-las no sequenciador. Para escolher o compartimento, as operadoras dos tubulares devem verificar que horas são no momento em que as listas de *picking* ficam disponíveis, e colocar a lista da **montagem** no compartimento cuja hora associada está mais próxima, sendo que não podem colocar em horas que já passaram. A lista referente ao **acabamento** deve ser colocada no compartimento que tem a hora imediatamente a seguir associada (porque os componentes só são necessários no acabamento mais de uma hora depois de o serem na montagem). A

escolha dos compartimentos onde serão colocadas as listas foi feita tendo em conta a linha temporal de produção vista anteriormente na Figura 41. Se esses compartimentos já tiverem uma lista para a mini-fábrica em questão, as operadoras devem colocar a lista de *picking* no compartimento seguinte.

Assim, a interação entre as operadoras dos tubulares e os operadores logísticos corresponde à representada no fluxograma da Figura 50.

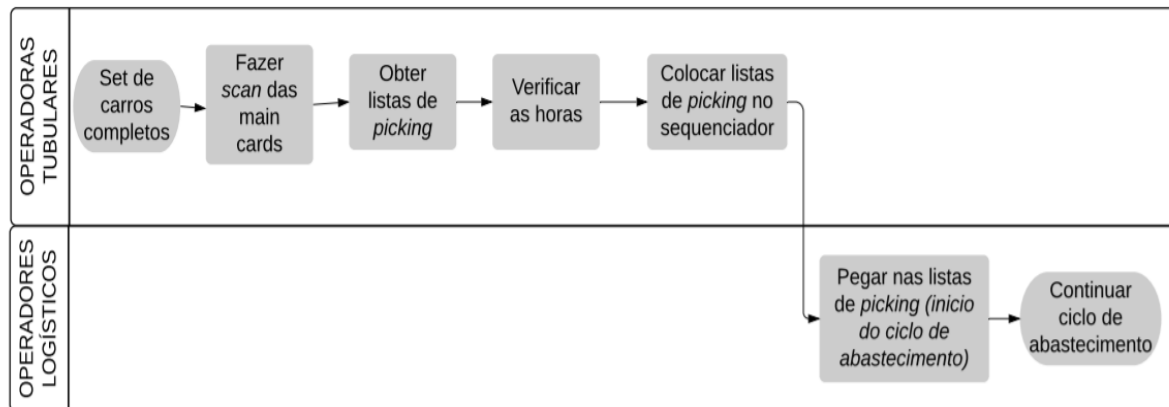


Figura 50 - Fluxograma da criação e utilização das listas de picking

#### iv. Picking

Com o novo método para abastecimento de materiais, torna-se necessário redefinir o processo de *picking*. A caracterização deste sistema encontra-se, sucintamente, na Figura 51. De forma a recolher os componentes necessários, o *operador logístico* tem que se deslocar, com o carro de abastecimento, para os locais onde estes se encontram alocados, no *buffer*. Assim, este sistema de *picking* enquadra-se na categoria *pickers-to-goods*.

Já o conceito de *picking* corresponde a *pick-to-order*, uma vez que as operadoras dos tubulares fornecem uma lista de *picking* que pode ser considerada uma ordem, sendo que os operadores logísticos se deslocam por todo o *buffer* até recolher todos os componentes que a constituem.

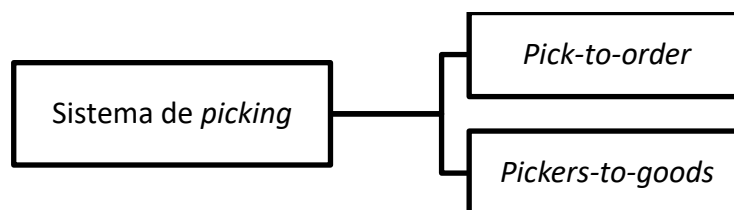


Figura 51 - Caracterização do sistema de picking.



#### v. Procedimento *standard*

Foi definido um procedimento *standard* para a atividade dos operadores logísticos, sendo identificadas todas as operações e o tempo necessário para cada uma delas. Estas informações foram agregadas em duas *standards work combination sheets*, presentes no anexo VIII – uma para os operadores logísticos responsáveis pelo abastecimento das mini-fábrica 1 e 2 e outra para os responsáveis das mini-fábricas 3 e 4. Uma vez que não foi possível implementar o novo sistema de abastecimento, os tempos foram estimados.

Pode-se concluir que o tempo necessário para efetuar um ciclo de abastecimento será, aproximadamente, 49 minutos, apesar de lhes serem disponibilizados 60 minutos para o fazer.

#### 5.1.4 Gestão visual nos carros de abastecimento

Como referido na secção 4.2.6, os carros de abastecimento não possuem qualquer forma de identificar os componentes. De forma a resolver este problema, serão incorporadas etiquetas identificativas no carro.

As etiquetas serão utilizadas para identificar as caixas que se encontram em cada um dos compartimentos destinados a estes componentes. Como existem muitas referências de caixas diferentes, e a quantidade de cada uma em cada ciclo de abastecimento pode variar significativamente, serão utilizadas etiquetas em que seja possível escrever com um marcador a identificação da caixa, sendo que para alterar só é necessário apagar e reescrever.

Definiu-se também que os restantes componentes serão distribuídos pelas duas prateleiras do carro de abastecimento dependendo do seu local de uso. Assim, dependendo da linha de acabamento ou da mini-fábrica (apenas no caso dos *shanks* e espumas, uma vez que os componentes do acabamento são abastecidos a uma mini-fábrica de cada vez) a que se destinam, serão colocados na primeira ou na segunda prateleira. Isto estará clarificado nos carros de abastecimento através de etiquetas identificativas, seguindo o esquema da Figura 52. Como a cada operador estará associado um carro, que abastecerá duas mini-fábricas, o número das mini-fábricas nas etiquetas terá de ser diferente, ou seja:

- O carro 1 abastecerá a mini-fábrica 1 e a mini-fábrica 2;
- O carro 2 abastecerá a mini-fábrica 3 e a mini-fábrica 4.

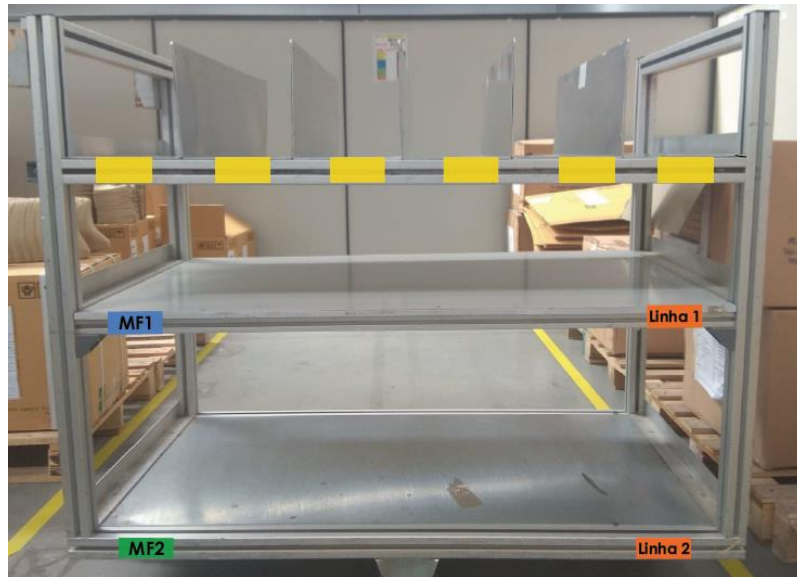


Figura 52 - Protótipo do carro 1 com etiquetas identificativas

## 5.2 Nova forma de abastecimento dos componentes nos postos de trabalho

Devido aos desperdícios encontrados aquando da análise do processo de abastecimento de componentes em certos postos de trabalho, decidiu-se alterar a forma como esses componentes são abastecidos – *shanks* e divisórias.

### 5.2.1 Divisórias

O bordo de linha do posto de trabalho responsável pelo embalamento foi alterado, tirando-se as prateleiras, para ser possível colocar diretamente as caixas com as divisórias, não sendo necessário retirá-las da caixa para pôr nas prateleiras. Assim, quando acabarem as divisórias no bordo de linha, as operadoras apenas têm de pegar na caixa vazia e substituí-la por uma cheia. A nova configuração do bordo de linha pode ser observada na Figura 53.

De forma a utilizar o dimensionamento para o sistema *kanban* das caixas definido no capítulo anterior (3 caixas de divisórias), o formato das caixas deve ser alterado para ser possível que as duas operadoras que utilizam as divisórias consigam retirá-las da mesma caixa, mantendo a mesma capacidade. Se tal não acontecer, o dimensionamento terá de ser redefinido e culminará na necessidade de 4 caixas em vez de 3, aumentando assim o *stock* junto ao posto de trabalho. O formato ideal para as caixas deverá então possuir aberturas dos dois lados, para ser mais prático para as duas operadoras retirarem divisórias das caixas, invés da única abertura atual, que se pode observar na Figura 53.



Figura 53 - Nova configuração do bordo de linha

### 5.2.2 Shanks

Para o abastecimento dos *shanks*, passará a ser incumbida aos operadores logísticos a tarefa de retirar os *shanks* dos sacos de plástico e retirar os elásticos de borracha, colocando os *shanks* prontos a ser utilizados no posto de trabalho. Para além disso, passarão a ser abastecidos em caixas de menores dimensões, apropriadas para o bordo de linha, de dimensões 28x19x15,5 cm, em vez das caixas atuais de 41x28x20,5 cm. Os dois tipos de caixas podem ser visualizados na Figura 54.



Figura 54 - Caixa para abastecimento de shanks atual (direita) e proposta (esquerda)

Deste modo, para reabastecer o bordo de linha, os operadores deste posto de trabalho apenas têm que trocar as caixas vazias pelas caixas cheias, que se encontram na estante anexa ao posto. O *stock* de *shanks* tem que ser colocado nessa estante devido à impossibilidade de abastecer diretamente no bordo de linha, devido às restrições do *layout* e de espaço.

### 5.3 Melhoria no processo de *picking* das caixas

Para colmatar os problemas encontrados no processo de *picking* das caixas, na zona do *buffer*, foram propostas e implementadas melhorias a nível de *layout* e de gestão visual, que serão explicadas nesta secção.

#### 5.3.1 Alteração do *layout*

Definiu-se que a melhor forma de colmatar os problemas associados ao *buffer* de componentes, nomeadamente, à zona das paletes de caixas, seria proceder à alteração do *layout* da zona.

Segundo a empresa, o novo *layout* teria de ter capacidade para, pelo menos, o número de caixas necessárias para a produção diária. No entanto, como, no futuro, serão necessárias caixas que já chegam do fornecedor montadas, ocupando assim mais espaço (sendo que cada palete trará um número reduzido de caixas), o *buffer* também terá de as acomodar.

Após analisar as características do espaço e as restrições impostas criou-se o *layout* ilustrado na Figura 55. O *layout* proposto tem capacidade para 41 paletes de caixas, ou seja, em média, 22.000 caixas. Apesar do *layout* anterior ter capacidade para um número superior de caixas, cerca de 26.000, a capacidade do novo *layout* ainda é superior à produção média diária de 12.289 pares, oferecendo margem suficiente para futuras necessidades.

Definiram-se zonas para cada família de caixas, sendo que as referências de caixas mais utilizadas de cada família devem ser colocadas no início da zona. O número de paletes de cada uma destas referências deve ser adaptado conforme as necessidades. Não se definiram locais específicos para cada uma das referências, uma vez que a procura de cada referência de caixas varia significativamente ao longo do tempo, sendo necessário um grau elevado de flexibilidade.

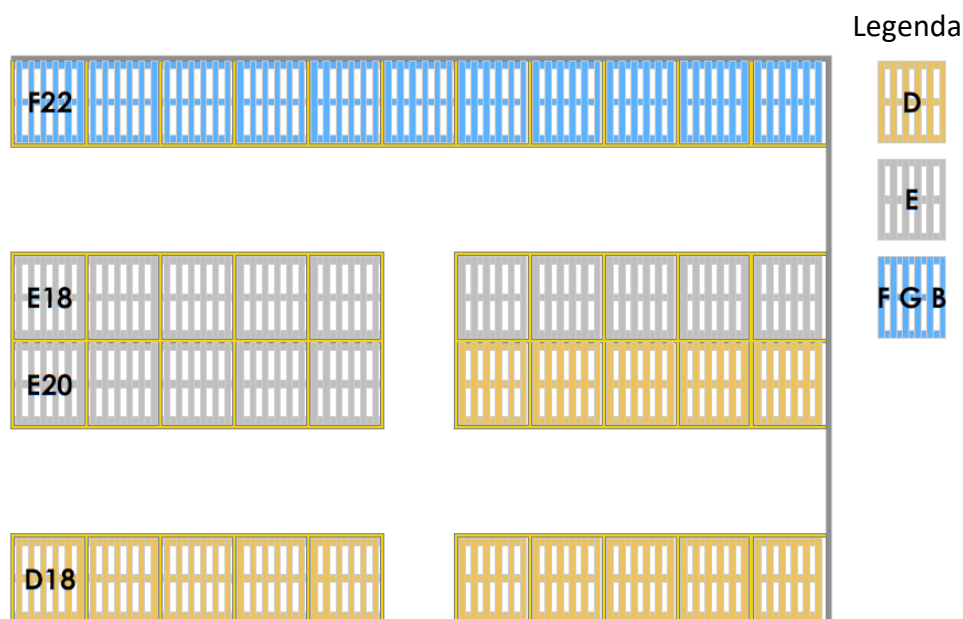


Figura 55 - Representação do novo layout da zona das caixas

Foram marcadas no chão linhas delimitadoras, definindo o espaço para cada palete individual, ao contrário do *layout* atual que apenas delimita as zonas para as paletes.

Aquando da implementação do novo *layout*, os operadores sugeriram alterar as zonas das famílias de caixas, uma vez que, naquela altura estavam a ser necessárias muitas referências de caixas da família “F”, o que não é a norma noutros períodos do ano. É de lembrar que a análise às caixas mais utilizadas foi efetuada no período de setembro a dezembro de 2018, não coincidindo assim, com a situação atual. Por este motivo, decidiu-se que os operadores logísticos podem alterar a localização das zonas, assim como o espaço alocado a estas dependendo do estado da produção. No entanto, devem manter sempre as caixas de cada família juntas. Em geral, serão feitas alterações na mudança da estação de Verão para a estação de Inverno.

### 5.3.2 Aplicação de técnicas de gestão visual

Pela análise dos problemas identificados no *buffer*, ficou claro que seria necessário aplicar técnicas de gestão visual, de forma a identificar que referências de caixas se encontram nas paletes e a gerir melhor o espaço.

Assim, será colocado junto à área das caixas, no *buffer*, um quadro que terá desenhado o *layout* da zona das caixas, com números a identificar cada espaço para uma paleta. Em cada espaço será possível escrever manualmente que referência de caixa se encontra alocada naquele sítio. Os operadores logísticos devem gerir o espaço, em conjunto com os operadores



Estas etiquetas referem o mesmo número presente no quadro de gestão visual e têm um espaço para escrever manualmente que referência de caixa se encontra naquele local. Esta operação também será realizada pelos operadores de armazém.

## 6. ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e analisados os resultados relativos às propostas de melhoria apresentadas no capítulo 5. Os resultados descritos para o novo sistema de abastecimento (secção 6.1) são resultados estimados, uma vez que não foi possível implementar, devido à impossibilidade de criar um sistema informático que gerasse as listas de *picking*. Os restantes são resultados observados.

### 6.1 Novo sistema de abastecimento

Neste subcapítulo são expostas todas as melhorias resultantes da redefinição do sistema de abastecimento de componentes à produção, a partir do *buffer* de componentes.

#### 6.1.1 Redução da distância percorrida

A partir da análise dos diagramas de esparguete, estimou-se a distância percorrida por cada operador logístico durante uma hora, dentro da área produtiva. Esses resultados estão presentes na Tabela 18.

*Tabela 18 - Distâncias percorridas na situação inicial*

Operador Logístico	Distância percorrida nas mini-fábricas (metros)
1	560
2	650
3	550
4	310
Média	517,5

Com as novas rotas de abastecimento, que serão efetuadas de uma em uma hora, os operadores logísticos passarão a percorrer as distâncias presentes na Tabela 19.

*Tabela 19 - Distâncias percorridas com o novo sistema de abastecimento*

Operador Logístico	Distância percorrida nas mini-fábricas (metros)
1	206
2	206
3	203
4	203
Média	204,5



Deste modo, comparando as distâncias percorridas nas duas situações, constatou-se que se obterá uma redução de 60% nesta medida (Tabela 20).

Tabela 20 - Resultado em termos de distância percorrida

Distância percorrida (antes)	Distância percorrida (depois)	Resultado	
517,5 metros	204,5 metros	-60%	-313 metros

### 6.1.2 Redução dos pedidos e faltas de componentes

Com o novo sistema de abastecimento, os operadores das mini-fábricas já não necessitarão de informar os operadores logísticos sobre que componentes estão a utilizar, pois estes têm acesso às listas de *picking*, que fornece essa informação. Assim, assume-se que já não existirão pedidos de componentes e conversas entre os operadores, para decidir o que será abastecido. Como se viu na secção 4.2.4, a falta de componentes nas linhas de produção, devido à falta de abastecimento dos operadores logísticos, é uma ocorrência frequente. As principais causas para este problema consistem:

- Na inexistência de trabalho *standard*, pelo que os operadores logísticos só se dirigem aos postos de trabalho quando decidem que necessitam de o fazer.
- Na falta de informação sobre os componentes necessários quando ocorre mudança de produto.

Assim, como o novo sistema híbrido *kitting-kanban* de abastecimento resolve estes dois problemas, é de esperar que a sua implementação traga reduções significativas na quantidade de faltas de componentes na produção.

### 6.1.3 Tempo disponível para outras atividades

Ao contrário do sistema atual, sem *standard* de abastecimento, o tempo em espera pode ser previsto. Após completar um ciclo de abastecimento, os operadores logísticos dispõem de 11 minutos antes de terem de iniciar o próximo. Ora, este tempo pode ser utilizado para realizar outras atividades, para além do abastecimento das mini-fábricas.

Há, portanto, como indica a Tabela 21, um ganho de 6,8 horas por dia para a realização de outras atividades. No turno da noite, também existem dois operadores logísticos, no entanto, um deles apenas abastece uma mini-fábrica, tendo outras funções para o restante tempo, pelo que não foi considerado na análise.

Tabela 21 - Tempo disponível para outras atividades

Turno	Número de operadores	Número de ciclos	Tempo disponível para outras atividades	Total de tempo ganho
Turno da manhã	2	15	165 minutos	412,5 min/dia ou 6,8 horas/dia
Turno da tarde	2	15	165 minutos	
Turno da noite	1	7,5	82,5 minutos	

#### 6.1.4 Outros resultados

A definição de um circuito fixo, associado a um tempo de ciclo *standard* para o operador logístico, assegura a passagem regular e equitativa do operador logístico nas secções a abastecer – montagem e acabamento –, ao mesmo tempo que previne a adoção de caminhos inadequados, que consomem mais tempo, assim como a ocorrência de longos períodos de tempo sem circulação por certas zonas do processo produtivo.

Para além disto, a utilização de *kitting* com listas de *picking*, faz com que só os componentes que são necessários estejam nas linhas das mini-fábricas, uma vez que os operadores logísticos conhecem, com certeza, o que têm de abastecer, deixando de abastecer componentes que já não são necessários. O processo de mudança de produto também é facilitado, pois está contemplado nas listas de *picking*, não requerendo esforço adicional. Com este sistema, os operadores logísticos passam a ser autónomos no seu trabalho, não necessitando de obter informações dos operadores ou dos chefes das linhas sobre os componentes que são necessários.

Por vezes, os operadores das mini-fábricas utilizam componentes errados para produzir os pares de sapatos. Com este sistema, a deteção deste erro seria mais rápida.

Por fim, a incorporação de métodos de gestão visual no carro de abastecimento, permite que o abastecimento das caixas se torne mais rápido, uma vez que, através das etiquetas identificativas, a visualização do tipo de caixa que se encontra em cada um dos compartimentos é facilitada.

## 6.2 Nova forma de abastecimento de componentes

A alteração da forma como certos componentes são abastecidos nos postos de trabalho, trouxe as melhorias que são apresentadas neste subcapítulo.

### 6.2.1 Redução do tempo de reabastecimento do bordo de linha com *shanks*

A transferência de atividades que não possuem valor acrescentado para os operadores logísticos, permitiu que os operadores das mini-fábricas despendessem menos tempo nessas atividades, tendo mais tempo disponível para dedicar às suas principais funções que consistem em atividades que acrescentam valor ao produto. Na Tabela 22, encontram-se os resultados obtidos, ou seja, uma redução de 83% no tempo que os operadores das mini-fábricas gastam na reposição dos *shanks* no bordo de linha. Antes da implementação da melhoria, abastecer uma caixa do bordo de linha com 100 pares de *shanks* demorava cerca de 64 segundos. Atualmente, como é só necessário substituir as caixas, com capacidade para cerca de 100 pares de *shanks* (pode ser menos pois existem *shanks* com maior dimensão), esta operação apenas demora 11 segundos.

Tabela 22- Resultado do tempo de reabastecimento do bordo de linha (*shanks*)

Tempo de reposição (antes)	Tempo de reposição (depois)	Resultado	
64 segundos	11 segundos	-83%	-53 segundos

### 6.2.2 Redução do *stock* de *shanks* nos postos de trabalho

A substituição das caixas onde os *shanks* se encontravam armazenados, na proximidade do posto de trabalho, por caixas de menores dimensões, fez com que o *stock* sofresse um decréscimo. Na Tabela 23, é possível visualizar que o *stock* de *shanks* ao longo de 8 horas foi, em média, 323 pares de *shanks*. Neste caso, só estava a ser utilizado um tipo de *shank*.

Tabela 23 - *Stock* de pares de *shanks* após melhoria

Hora a que foi feita a observação	Quantidade em <i>stock</i> de pares de <i>shanks</i> na MF2
08:30	275
09:30	250
10:30	250
11:30	352
12:30	265
13:30	265
14:30	450
15:30	400
16:30	400
Média	323

Na Tabela 24, comparou-se o *stock* de pares de *shanks* antes e depois da implementação da melhoria, resultando numa diminuição de 37% no *stock* de pares de *shanks* junto ao posto de trabalho.

Tabela 24 - Resultado em termos de stock de shanks

<b>Stock médio (antes)</b>	<b>Stock médio (depois)</b>	<b>Resultado</b>
516 pares	323 pares	-37%

### 6.2.3 Redução do tempo de reabastecimento do bordo de linha com Divisórias

Com a nova forma de reabastecimento das divisórias no bordo de linha, as operadoras responsáveis pelo posto de trabalho, gastam menos tempo nesta atividade que não possui valor acrescentado. Os resultados obtidos podem ser verificados na Tabela 25, obtendo-se uma diminuição de 91% no tempo disponibilizado par esta atividade.

Tabela 25 - Resultado do tempo de reabastecimento do bordo de linha (divisórias)

<b>Tempo de reposição (antes)</b>	<b>Tempo de reposição (depois)</b>	<b>Resultado</b>	
66 segundos	6 segundos	-91%	-60 segundos

Considerando que esta atividade é efetuada cerca de uma vez por hora, por uma operadora em cada mini-fábrica, como se pode constatar pela análise da Tabela 26, há um ganho de 82,5 minutos por dia para a realização de atividades que acrescentam valor ao produto.

Tabela 26 - Total do tempo ganho por dia

<b>Turno</b>	<b>Número de operadoras</b>	<b>Número de reposições por turno</b>	<b>Tempo ganho com a alteração</b>	<b>Tempo total ganho</b>
Turno da manhã	4	7,5	30 minutos	82,5 minutos/dia
Turno da tarde	4	7,5	30 minutos	
Turno da noite	3	7,5	22,5 minutos	

## 6.3 Alteração do *layout* e aplicação de gestão visual no *buffer*

As modificações implementadas na zona das paletes de caixas, no *buffer*, nomeadamente a alteração do *layout* e a aplicação de técnicas de gestão visual, conduziram às melhorias que são identificadas de seguida.

### 6.3.1 Diminuição do tempo necessário para o *picking* das caixas

Com a aplicação de gestão visual na zona do *buffer* dedicada às paletes de caixas, ou seja, a conjugação do quadro visual com as etiquetas a identificar cada uma das paletes, permitiu a identificação rápida e precisa do local em que se encontra cada referência de caixa. Deste modo, os operadores logísticos já não têm que procurar palete a palete aquela que

necessitam, verificando as pequenas etiquetas em cada caixa, tornando o processo menos demorado.

Para além disto, a colocação das caixas com maior utilização mais perto da entrada do *buffer*, permitiu menores deslocações por parte dos operadores logísticos durante o *picking*, o que também levou a uma redução do tempo necessário para efetuar este processo.

#### 6.3.2 Eliminação de erros no *picking* das caixas

A implementação das técnicas de gestão visual permitiu que todas as referências de caixas fossem devidamente identificadas. Assim, os erros de abastecimento resultantes da falta de identificação ou da incorreta identificação das caixas, que resultavam no abastecimento de referências de caixas incorretas nas linhas de produção, foram eliminados.

#### 6.3.3 Outros resultados

O novo *layout* e as medidas de gestão visual implementadas permitiram uma melhor organização das paletes de caixas no *buffer*, sendo facilmente identificável que espaços do *buffer* contêm qual referência de caixa e quais os que se encontram vazios, facilitando a gestão do espaço por parte da equipa de armazém que abastece o *buffer* e pelos operadores logísticos.

Ora, com o novo *layout*, deixaram de existir paletes em segunda fila, que tornavam o processo de *picking* das caixas difícil e propício a acidentes de trabalho.

Estas medidas também facilitaram a substituição dos operadores logísticos quando existe absentismo, garantindo que a nova pessoa que assume o processo de *picking* tenha a informação necessária para perceber rapidamente como estão organizadas as paletes de caixas no *buffer*.

## 7. CONCLUSÕES

Neste capítulo estão identificadas as principais conclusões do presente projeto e são apresentadas algumas sugestões de trabalho futuro.

### 7.1 Considerações finais

Este projeto, elaborado no âmbito de dissertação de mestrado numa empresa pertencente à indústria de calçado, tinha como principal objetivo melhorar as partes constituintes do sistema de abastecimento de componentes às linhas de produção.

A necessidade das empresas de melhorar aspetos logísticos prende-se com a crescente competitividade na indústria que torna fulcral a redução de custos e eliminação de desperdícios em todas as áreas, pelo que a logística interna não é exceção. O sistema de abastecimento interno de componentes eficiente pode influenciar a eficiência de uma empresa.

Este projeto baseou-se na premissa base da filosofia *Lean Production*, que consiste na redução de todos os desperdícios, tendo também sido utilizadas ferramentas e técnicas como o diagrama de esparguete, *standard work* e *kanban*.

Para iniciar o projeto, foi necessário analisar e caracterizar o sistema de abastecimento de componentes à produção que estava a ser utilizado na empresa. Daqui surgiram vários problemas que mostravam fragilidades no sistema. O abastecimento às mini-fábricas estava a ser feito por dois operadores logísticos que não seguiam nenhum *standard* de abastecimento. Esta situação provocava vários problemas como deslocações excessivas, faltas de componentes na produção e dificuldade no abastecimento aquando da mudança de produto.

Foram também detetados desperdícios na forma como os componentes eram abastecidos em dois postos de trabalho e a ineficiência do *layout* de uma zona do *buffer* de componentes, assim como a falta de gestão visual.

Mostrou-se assim necessário, como referido no primeiro objetivo específico do projeto, criar um procedimento *standard* para o abastecimento de componentes às linhas de produção. Este objetivo foi atingido, no entanto, não foi possível implementar devido à impossibilidade da empresa de disponibilizar recursos para a criação da ferramenta necessária para a criação

das listas de *picking*. Portanto, desenvolveu-se um sistema de abastecimento híbrido *kitting-kanban*, sendo que os fatores que influenciaram a escolha de uma ou outra política para cada um dos componentes foram as suas características.

O sistema foi dimensionado tendo em consideração que seria suportado pela utilização do conceito *mizusumashi*, tendo sido definidas rotas de abastecimento e tempos de ciclo.

A introdução do novo sistema de abastecimento traz várias melhorias à empresa. Em primeiro lugar, estima-se que a distância percorrida pelos operadores logísticos diminuiria 60%, e haveria um ganho de 6,8 horas por dia para que estes possam realizar outras atividades. Assim, com o trabalho *standard*, o tempo em espera pode ser previsto e aproveitado.

Assume-se que a ocorrência de faltas de componentes nas linhas de produção também teria um decréscimo significativo, uma vez que o sistema combate os problemas que as causam. Por outro lado, o abastecimento quando há mudanças de produto seria facilitado devido à existência de listas de *picking*. Com este sistema, os trabalhadores logísticos tornar-se-iam independentes, sem necessitar de pedir informações a outros operadores sobre que componentes devem abastecer.

O segundo objetivo específico deste projeto consistia na redução do desperdício associado ao manuseamento e transporte de componentes nos postos de trabalho das linhas de produção, o que foi atingido através da alteração da forma como os componentes são abastecidos em dois postos de trabalhos. Atingiu-se uma redução de 91% no tempo despendido pelos operadores das linhas para reabastecer o bordo de linha com divisórias, o que culmina num ganho diário de 82,5 minutos. No caso dos *shanks*, o tempo para reabastecer o bordo de linha diminuiu 81%. Para além disso, o *stock* de deste componente junto ao posto de trabalho diminuiu 37%.

Para atingir o terceiro objetivo proposto, ou seja, o aumento da eficiência e eficácia do processo de *picking*, alterou-se o *layout* da zona das paletes de caixas, que permitiu diminuir as distâncias percorridas pelos operadores logísticos e o tempo necessário para o *picking*, assim como aumentar a segurança do processo. Para além disso, a introdução de técnicas de gestão visual, para identificação das referências de caixas, levou à eliminação de erros de *picking* e tornou o processo menos demorado. Conclui-se assim, que o objetivo foi atingido.

As dificuldades neste projeto surgiram da necessidade de desenvolver individualmente um sistema de abastecimento que se adaptasse a todas as características de um sistema produtivo complexo, que possui muitas particularidades e exceções. Daí a necessidade de

desenvolver de raiz um sistema de abastecimento específico para este sistema produtivo e não se puder recorrer a generalizações.

## 7.2 Trabalhos futuros

Tendo desenvolvido o novo sistema de abastecimento de componentes à produção, é necessário implementá-lo. Para isto, é indispensável que uma equipa de IT desenvolva a ferramenta informática descrita para a criação das listas de *picking*, na zona dos tubulares.

Com a ferramenta desenvolvida, é possível proceder à implementação do sistema no chão de fábrica, trabalhando com os operadores logísticos para compreender as suas dúvidas e preocupações. Ter em conta a opinião dos operadores e explicar-lhes o processo de forma simples e coerente é um importante passo para que a implementação corra bem e não obter muita resistência à mudança.

As folhas de trabalho *standard* devem ser afixadas junto ao posto de trabalho dos operadores logísticos, assim como uma representação das rotas que devem adotar, para fácil consulta caso surjam dúvidas.

Após o início da implementação, deve-se verificar regularmente se os operadores logísticos estão a efetuar o seu trabalho segundo os *standards* impostos e se surge algum problema com o sistema que seja necessário resolver. Deve adotar-se uma perspetiva de melhoria contínua para o abastecimento de componentes às linhas de produção.

Para além disto, outras secções da empresa que fornecem componentes à produção devem ser analisadas para identificar potenciais problemas, como foi feito com a secção do *buffer* de componentes.



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alnahhal, M., Ridwan, A., & Noche, B. (2014). In-plant Milk Run Decision Problems. In *International Conference on Logistics and Operations Management*. <https://doi.org/10.1109/GOL.2014.6887421>
- Arezes, P. M., Carvalho, D., & Alves, A. (2010). Threats and Opportunities for Workplace Ergonomics in Lean Environments. In *17th International Annual EurOMA Conference- Managing Operations in Service Economics*.
- Battini, D., Boysen, N., & Emde, S. (2013). Just-in-Time supermarkets for part supply in the automobile industry. *Journal of Management Control*, 24(2), 209–217. <https://doi.org/10.1007/s00187-012-0154-y>
- Belhadi, A., Touriki, F. E., & Fezazi, S. El. (2018). Benefits of adopting lean production on green performance of SMEs : a case study. *Production Planning & Control*, 29(11), 873–894. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1490971>
- Bonvik, A. M., Couch, C. E., & Gershwin, S. B. (1997). A comparison of production-line control mechanisms. *International Journal of Production Research*, 35(3), 789–804. <https://doi.org/10.1080/002075497195713>
- Boysen, N., & Bock, S. (2011). Scheduling just-in-time part supply for mixed-model assembly lines. *European Journal of Operational Research*, 211(1), 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.10.029>
- Brar, G. S., & Saini, G. (2011). Milk run logistics: Literature review and directions. In *Proceedings of the World Congress on Engineering 2011, WCE 2011* (Vol. 1, pp. 797–801).
- Browne, J., Harhen, J., & Shivnan, J. (1998). *Production Management Systems - A CIM Perspective*. Wesley Publishers.
- Brox, J., & Fader, C. (1997). Assessing the impact of JIT using economic theory. *Journal of Op*, 15, 371–388.
- Caputo, A., & Pelagagge, P. M. (2011). A methodology for selecting assembly systems feeding policy. *Industrial Management & Data Systems*, 111(1), 84–112.
- Caputo, A., Pelagagge, P., & Salini, P. (2015). A decision model for selecting parts feeding policies in assembly lines. *Industrial Management & Data Systems*, 115(6), 974–1003.
- Carvalho, J., Guede, A., Arantes, A., Martins, A., Póvoa, A., Luís, C., ... Ramos, T. (2002). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (1ª Edição). Lisboa: Edições Sílabo.
- Chase, R., Aquilano, N., & Jacobs, F. R. (2000). *Operations Management for Competitive Advantage* (9ª Edição). McGraw -Hill/ Irwin.
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 220–240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Council of Supply Chain Management Professionals. (2013). Supply Chain Management Terms and Glossary. <https://doi.org/10.1159/000219771>
- Domingo, R., Alvarez, R., Peña, M. M., & Calvo, R. (2007). Materials flow improvement in a lean assembly line : a case study. *Assembly Automation*, 27(2), 141–147. <https://doi.org/10.1108/01445150710733379>
- Emde, S., & Boysen, N. (2012). Optimally locating in-house logistics areas to facilitate JIT-supply of mixed-model assembly lines. *International Journal of Production Economics*, 135(1), 393–402. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.07.022>
- Esparrago, R. (1988). Kanban. *Production and Inventory Management Journal*, 29(1), 6–10.

- Eujan, Z. (2016). Simulation of Production Lines Supply within Internal Logistics Systems. *Open Engineering*, 6(1), 470–475. <https://doi.org/10.1515/eng-2016-0061>
- Faccio, M., Gamberi, M., & Persona, A. (2013). Kanban number optimisation in a supermarket warehouse feeding a mixed-model assembly system. *International Journal of Production Research*, 51(10), 2997–3017. <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.751516>
- Feld, W. (2001). *Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. Vasa (1ª Edição). CRC Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Fullerton, R. R., & Mcwatters, C. S. (2001). The production performance benefits from JIT implementation. *Journal of Operations Management*, 19, 81–96.
- Gibson, P., Greenhalgh, G., & Kerr, R. (1995). *Manufacturing Management- Principles and Concepts* (1ª Edição). Chapman & Hall.
- Gleissner, H., & Femerling, J. C. (2014). *Logistics*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-01769-3>
- Gravel, M., & Price, W. (1988). Using kanban in a job shop environment. *International Journal of Production Research*, 26(6), 1150–1118.
- Grosse, E., & Glock, C. (2013). An experimental investigation of learning effects in order picking systems. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24(6), 850–872.
- Hall, R. (1987). *Attainig Manufacturing Excellence - Just In Time, Total Quality, Total People Involvement*. Dow Jones-Irwin.
- Hanson, R., & Brolin, A. (2013). A comparison of kitting and continuous supply in in-plant materials supply. *International Journal of Production Research*, 51(4), 979–992. <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.657806>
- Hines, P., & Rich, N. (2009). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46–64.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Hopp, W., & Spearman, M. (2000). *Factory Physics* (2ª Edição). McGraw-Hill.
- Hua, S. Y., & Johnson, D. J. (2010). Research issues on factors influencing the choice of kitting versus line stocking. *International Journal of Production Research*, 48(3), 779–800. <https://doi.org/10.1080/00207540802456802>
- Jodlbauer, H., & Huber, A. (2008). Service-level performance of MRP, kanban, CONWIP and DBR due to parameter stability and environmental robustness. *International Journal of Production Research*, 46(8), 2179–2195. <https://doi.org/10.1080/00207540600609297>
- Kilic, H. S., & Durmusoglu, M. (2015). Advances in assembly line parts feeding policies : a literature review. *Assembly Automation*, 35(1), 57–68. <https://doi.org/10.1108/AA-05-2014-047>
- Kilic, H. S., Durmusoglu, M. B., & Baskak, M. (2012). Classification and modeling for in-plant milk-run distribution systems. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 62(9–12), 1135–1146. <https://doi.org/10.1007/s00170-011-3875-4>
- Knez, M., & Gajšek, B. (2015). Implementation of in-plant milkrun system for material supply in lean automotive parts manufacturing. In *International Conference on Logstics and Sustainable*.
- Lage, M., & Godinho, M. (2010). Variations of the kanban system : Literature review and classification. *International Journal of Production Economics*, 125(1), 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.01.009>
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Training. McGraw -Hill.

- Limère, V., Landeghem, H. Van, Goetschalckx, M., Aghezzaf, H., McGinnis, L. F., Limère, V., ... Goetschalckx, M. (2012). Optimising part feeding in the automotive assembly industry: deciding between kitting and line stocking. *International Journal of Production Research* 50 (15), 4046-4060. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.588625>
- Marriott, R. D. (2018). Process Mapping - The Foundation for Effective Quality Improvement. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 48(7), 177–181. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2018.08.010>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(A6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mentzer, J. T., Soonhong, M., & Bobbitt, L. M. (2004). Toward a unified theory of logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(8), 606–627.
- Mojarro-Magaña, M., Olguín-Tiznado, J., García-Alcaraz, J., Camargo-Wilson, C., López-Barreras, J., & Pérez-López, R. (2018). Impact of the Planning from the Kanban System on the Company ' s Operating Benefits. *Sustainability (Switzerland)*, 10(7), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su10072506>
- Monden, Y. (1984). *Toyota Production System: Practical approach to production management*. Engineering & Management Press.
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (3<sup>o</sup> Edição). Engineering & Management Press. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-27922-5\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-642-27922-5_14)
- Neese, M. (2007). Driving Lean through the Visual Factory. *Circuits Assembly*, 18(9), 56–57.
- O'Brien, R. (1998). An Overview of the Methodological Approach of Action Research. In *Theory and Practice of Action Research*. Roberto Richardson (Ed.).
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Papalexi, M., Bamford, D., & Dehe, B. (2016). A case study of kanban implementation within the pharmaceutical supply chain. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 19(4), 239–255. <https://doi.org/10.1080/13675567.2015.1075478>
- Paris, J., & Pierreval, H. (2001). A distributed evolutionary simulation optimization approach for the configuration of multiproduct kanban systems. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 14(5), 421–430. <https://doi.org/10.1080/09511920010021784>
- Prasad, S. D., Rajendran, C., & Chetty, O. V. K. (2006). A genetic algorithmic approach to multi-objective scheduling in a Kanban-controlled flowshop with intermediate buffer and transport constraints. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 26(5–6), 564–576. <https://doi.org/10.1007/s00170-005-2517>
- Reis, L., Varela, M. L. R., Machado, J. M., & Trojanowska, J. (2016). Application of lean approaches and techniques in an automotive company. *Romanian Review Precision Mechanics, Optics & Mechatronics*, (50), 112–118.
- Resende, V., Alves, A., Batista, A., & Silva, Â. (2014). Financial and Human Benefits of Lean Production in the Plastic Injection Industry : an Action Research Study. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(2), 61–75.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2010). *The handbook of Logistics and Distribution Management* (4<sup>o</sup>). Kogan Page Limited.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students* (5<sup>o</sup>). Pearson Education.

- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129–149. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)
- Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*. Productivity Press.
- Sousa, R., & Dinis-Carvalho, J. (2018). Produção Pull. In *Apontamentos da unidade curricular Ferramentas Avançadas Lean*.
- Spearman, M. L., Woodruff, D. L., & Hopp, W. J. (1990). CONWIP: A pull alternative to kanban. *International Journal of Production Research*, 28(5), 879–894. <https://doi.org/10.1080/00207549008942761>
- Stevenson, M., Hendry, L. C., & Kingsman, B. G. (2005). A review of production planning and control : the applicability of key concepts to the make-to-order industry. *International Journal of Production Research*, 45(5), 869–898. <https://doi.org/10.1080/0020754042000298520>
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564. <https://doi.org/10.1080/00207547708943149>
- Susman, G., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582–603.
- Takvir, A. (2018). “Milkrun 4.0” for Smart Manufacturing. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 3(2), 125–127.
- Tanco, M., Santos, J., Rodriguez, J. L., & Reich, J. (2013). Applying lean techniques to nougat fabrication : a seasonal case study. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68(5–8), 1639–1654. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-4960-7>
- Usta, S., Oksuz, M., & Durmusoglu, M. (2017). Design methodology for a hybrid part feeding system in lean-based assembly lines. *Assembly Automation*, 37(1), 84–102. <https://doi.org/10.1108/AA-09-2016-114>
- Vaughan, T. S. (2010). The effect of warehouse cross aisles on order picking efficiency. *International Journal of Production Research*, 37(4), 881–897. <https://doi.org/10.1080/002075499191580>
- Walliman, N. (2001). *Your research project: a step by step guide for the first-time researcher*. SAGE Publications.
- Widyadana, G. A., Wee, H. M., & Chang, J.-Y. (2010). Determining the optimal number of Kanban in multi-products supply chain system. *International Journal of Systems Science*, 41(2), 189–201. <https://doi.org/10.1080/00207720903042996>
- Wilson, L. (2009). *How to implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth In Your Corporation (Revised and Updated)*. Free Press. <https://doi.org/10.1007/BF01807056>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. Rawson Associates. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(92\)90400-V](https://doi.org/10.1016/0024-6301(92)90400-V)

ANEXO I – ORGANOGRAMA DA ECCO’LET PORTUGAL

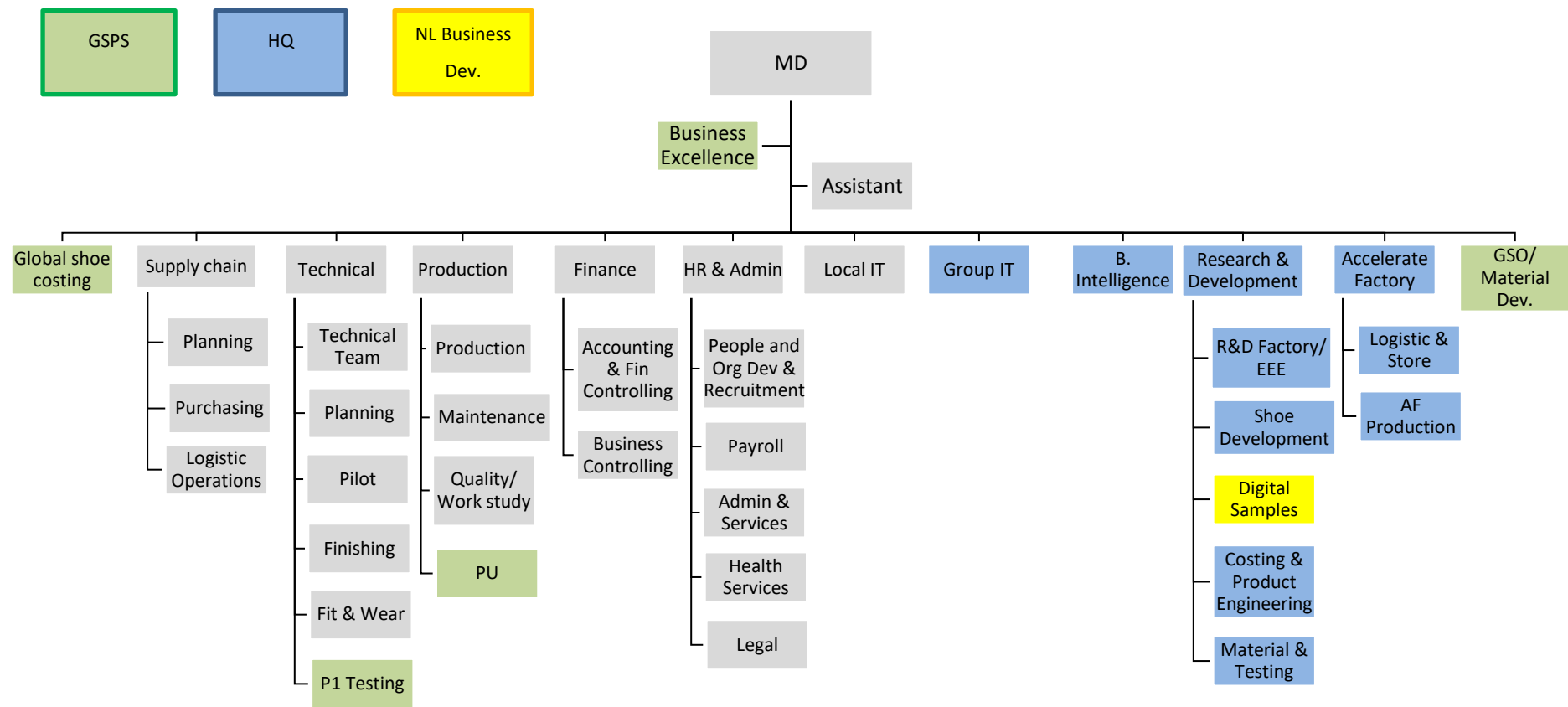


Figura 58 - Organograma da ECCO Portugal

## ANEXO II – GRUPOS ANALISADOS

Os grupos de sapatos analisados foram os representados na Tabela 27.

*Tabela 27 - Designação das famílias analisadas*

Designação	Designação
Collin 2.0	Professional City II W
Cool Walk	Professional City II M
Cool Lady	Sense Light
Cool Man	Soft 1 L
Ennio	Soft 1 M
Exostrike	Soft 8 L
Felicia	Soft 8 M
Gillian	ST.1 Hybrid
Helsinki	Touch Ballerina 2.0
Incise Tailored	Vitrus Artisan
Lisbon	W Golf Biom G2
Leisure	M Golf Cool
W Golf Soft	Sartorelle
M Golf Biom G3	Fara
M Golf Cool Pro	Leisure Aimee
M Golf Soft	Incise Urban
M Golf Strike	Newcastle
Offroad	Indianapolis

Na Tabela 28, encontram-se as famílias de sapatos que utilizam cada um dos componentes, tendo sido analisados, no total, 36 grupos de sapatos.

Tabela 28 - Famílias de sapatos que utilizam cada componente

<b>Componente</b>	<b>Grupos</b>	<b>Total</b>
<b>Pitões</b>	W Golf Biom G2; M Golf Strike; M Golf Biom G3	3
<b><i>Silk Tissue</i></b>	Soft 8 L; Soft 8 M; Newcastle; Vitrus Artisan; ST.1 Hybrid; Lisbon; Indianapolis; Helsinki; Exostrike.	9
<b>Espumas</b>	Felicia; Gillian; W Golf Soft; Lisbon; M Golf Soft; Professional City II W; Professional City II M; Soft 1 M; Soft 8 L; Soft 8 M; Newcastle.	11
<b>Etiquetas</b>	Cool Walk; Cool Lady; Cool Man; Exostrike; M Golf Biom G3; M Golf Cool Pro; M Golf Strike; Professional City II W; Professional City II M; Soft 8 L; Soft 8 M; W Golf Biom G2; M Golf Cool.	13
<b><i>Shanks</i></b>	Helsinki; Collin 2.0; Incise Tailored; Lisbon; Professional City II W; Professional City II M; Golf Biom G3; W Golf Biom G2; Touch Ballerina 2.0; Leisure Aimee; Newcastle; Sartorelle; Incise Urban.	13
<b>Formadores</b>	Exostrike; Helsinki; W Golf Soft; Lisbon; M Golf Soft; M Golf BIOM G3; M Golf Cool Pro; M Golf Strike; Soft 8 L; Vitrus Artisan; Leisure Aimee; Incise Urban; Newcastle; Sartorelle.	14
<b><i>Sticks</i></b>	Collin 2.0; Exostrike; Helsinki; Incise Tailored; W Golf Soft; Lisbon; M Golf Cool Pro; M Golf Soft; M Golf Strike; Sense Light; Soft 8 L; ST.1 Hybrid; Touch Ballerina; Vitrus Artisan; ECCO Fara; Leisure Aimee; Incise Urban; Newcastle	18
<b><i>Silk Paper</i></b>	Collin 2.0; Cool Walk; Cool Lady; Cool Man; Ennio; Felicia; Gillian; Helsinki; Incise Tailored; W Golf Soft; Leisure; M Golf Biom G3; M Golf Cool Pro; M Golf Soft; M Golf Strike; Offroad; Professional City II W; Professional City II M; Sense Light; Soft 1 L; Soft 1 M; ST.1 Hybrid; Touch Ballerina 2.0; ECCO Fara; M Golf Cool; Sartorelle; Leisure Aimee; Incise Urban.	29
<b>Caixas; Divisórias; Papel autocolante</b>		36

### ANEXO III – DIAGRAMAS DE ESPARGUETE

Os diagramas de esparguete encontram-se representados na Figura 59 (turno da manhã) e na Figura 60 (turno da tarde). As duas cores representam os dois operadores logísticos de cada turno, sendo que, o tempo de observação para cada um foi de uma hora.

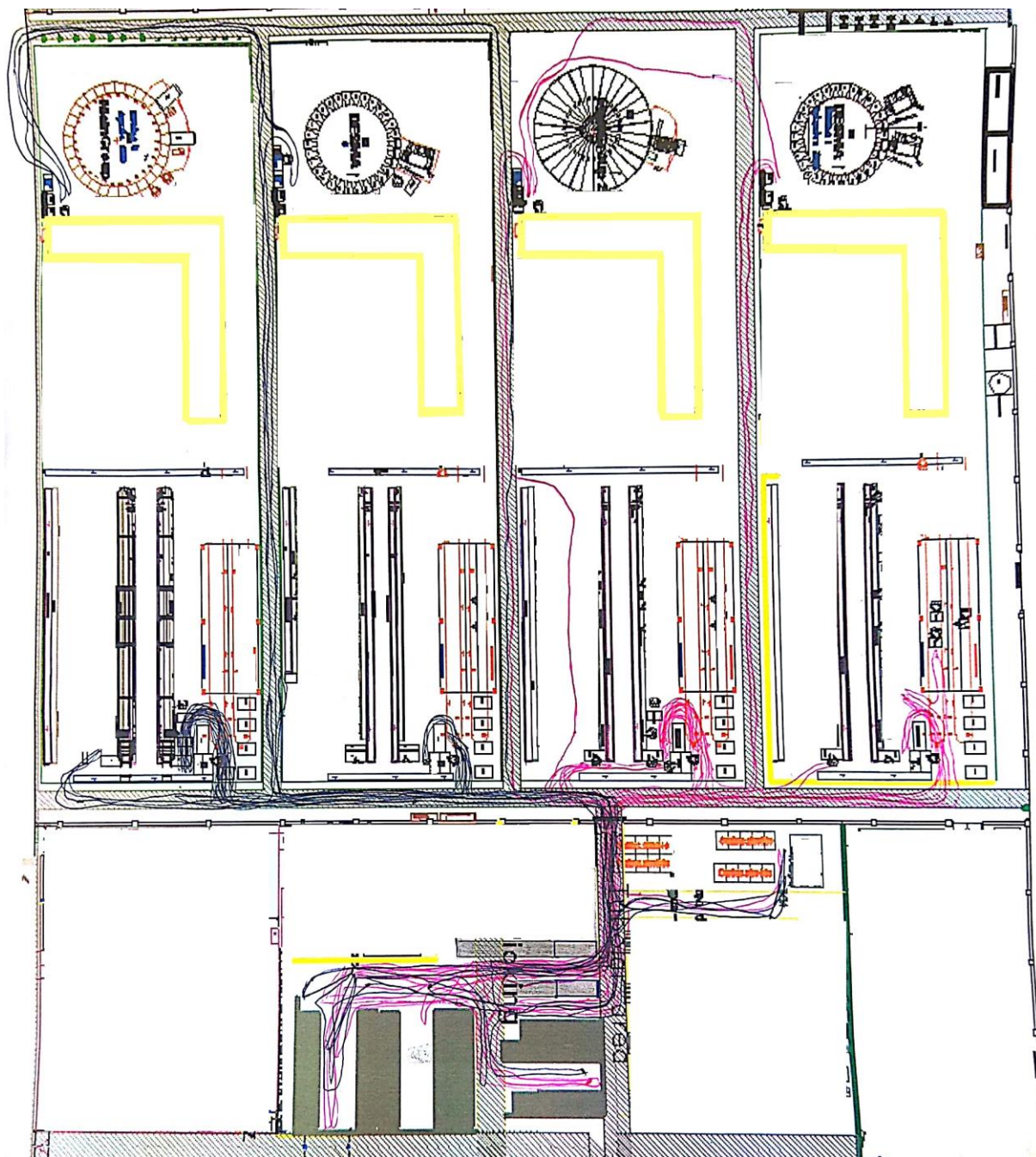


Figura 59 - Diagrama de esparguete (Turno Manhã)



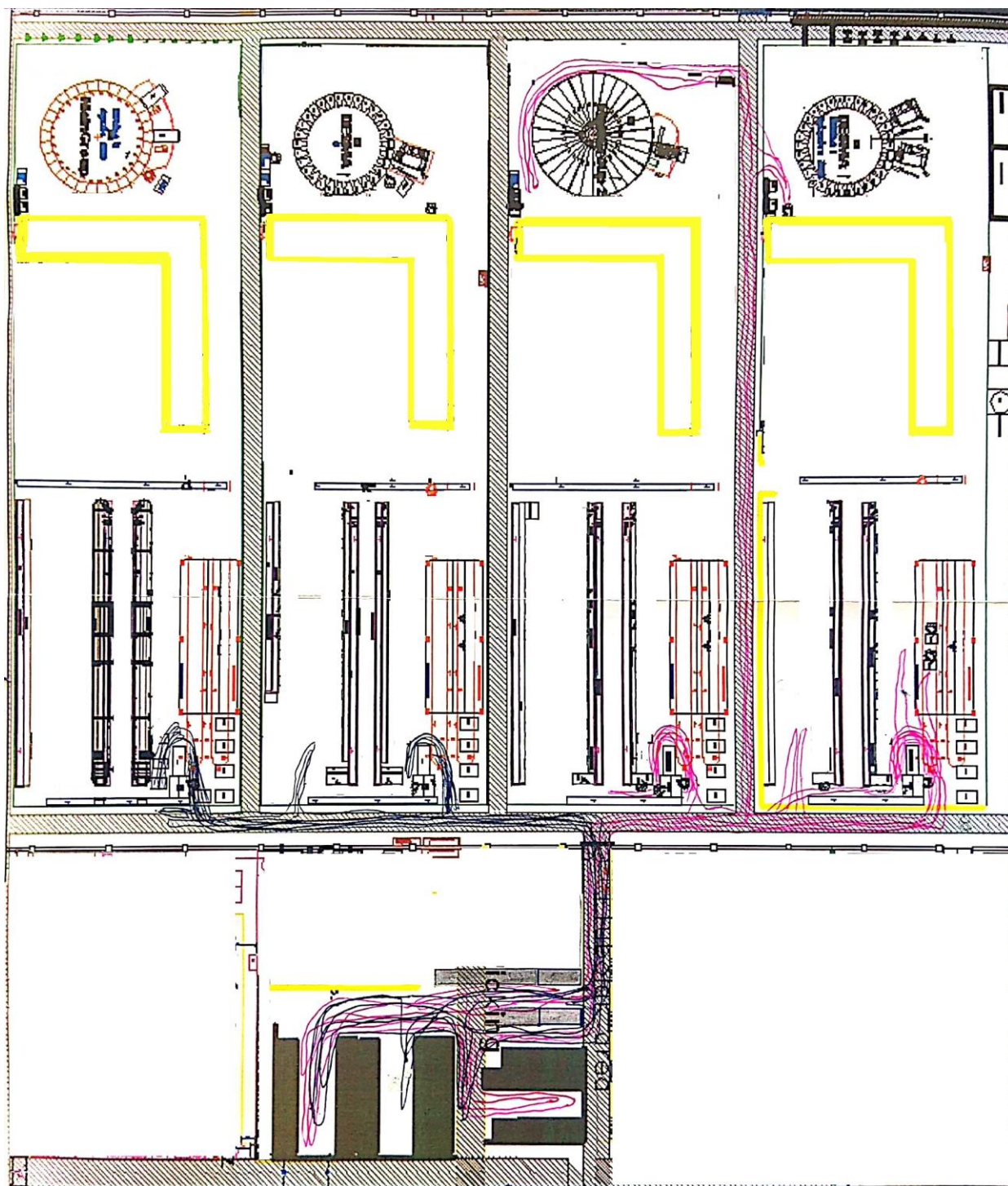


Figura 60 - Diagrama de Esparguete (Turno da Tarde)

## ANEXO IV – TEMPOS ASSOCIADOS AOS CARROS TUBULARES

Foi pedido às operadoras dos tubulares das mini-fábricas 3 e 4, do turno da tarde, que apontassem as horas a que iniciavam e terminavam a construção de um *set* de carros. Estes dados estão apresentados na Tabela 29, juntamente com o cálculo do tempo que demoraram a construir cada *set* de carros. A este tempo foi posteriormente retirado o tempo da pausa da tarde. Concluiu-se que, em média, a construção de um *set* de carros demora 52 minutos.

Tabela 29 - Tempos de construção dos sets de carros dos tubulares

	Set de carros	Início	Fim	Tempo para completar um set	Tempo para completar um set (sem pausas)
Mini-fábrica 3	1	14:15	15:15	01:00	01:00
	2	15:25	16:30	01:05	01:05
	3	16:45	17:30	00:45	00:45
	4	18:00	18:45	00:45	00:45
	5	19:05	20:10	01:05	00:45
	6	20:20	21:00	00:40	00:40
	7	21:10	21:55	00:45	00:45
Mini-fábrica 4	1	14:00	15:00	01:00	01:00
	2	15:00	15:50	00:50	00:50
	3	15:50	16:35	00:45	00:45
	4	16:35	18:10	01:35	01:25
	5	18:30	19:15	00:45	00:45
	6	20:00	20:45	00:45	00:45
	7	20:50	21:45	00:55	00:55
<b>Média:</b>					00:52

Para além disso, mostrava-se importante descobrir de quanto em quanto tempo as operadoras do primeiro posto de trabalho da montagem se deslocavam aos tubulares, para irem buscar um *set* de carros. Este posto de trabalho é responsável por moldar as gáspeas.

Foi também pedido a estas operadoras da mini-fábrica 3 e 4, do turno da tarde, que apontassem as horas sempre que efetuassem esta deslocação, obtendo-se os dados que se encontram na Tabela 30. Foi assim possível descobrir o tempo de ciclo para o processamento de um *set* de carros dos tubulares neste posto de trabalho, ou seja, de quanto em quanto tempo as operadoras vão buscar um *set* de carros construído pelos tubulares. A estes dados foi também retirado o tempo da pausa da tarde. Concluiu-se que, em média, este tempo é de 65 minutos.

Tabela 30 - Tempo de ciclo para moldar um set de carros dos tubulares

	Set de carros	Hora a que foram buscar os carros aos tubulares	TC	TC (sem pausas)
Mini-fábrica 3	1	14:10		
	2	15:15	01:05	01:05
	3	16:50	01:35	01:25
	4	17:50	01:00	01:00
	5	19:10	01:20	01:20
	6	20:40	01:30	01:10
	7	21:40	01:00	01:00
Mini-fábrica 4	1	14:50		
	2	15:55	01:05	01:05
	3	17:00	01:05	00:55
	4	18:00	01:00	01:00
	5	19:02	01:02	01:02
	6	20:21	01:19	00:59
	7	21:24	01:03	01:03
Média:				01:05

## ANEXO V – FLUXOGRAMA PARA CRIAÇÃO DA FERRAMENTA INFORMÁTICA

Na Figura 61, encontra-se um fluxograma que demonstra as ações que a ferramenta informática, para criação das listas de *picking*, tem de efetuar, após a introdução da informação dos artigos no SAP, através do *scanning* das *main cards* por parte das operadoras dos tubulares.

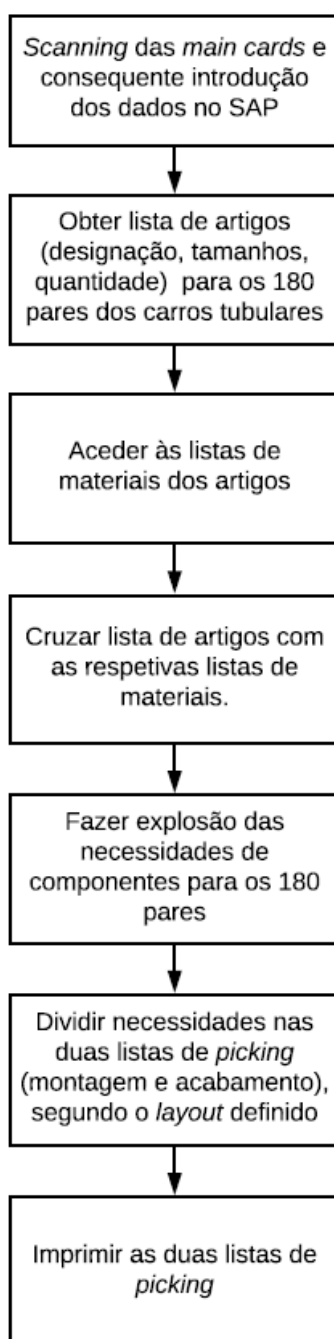


Figura 61 - Fluxograma para criação da ferramenta informática

## ANEXO VI – ROTAS DE ABASTECIMENTO

Seguem-se as três rotas possíveis para o operador das mini-fábricas 1 e 2, tendo sido escolhida a rota 2.

- **Rota 1**

A rota 1 para as mini-fábricas 1 e 2 encontra-se representada na Figura 62.

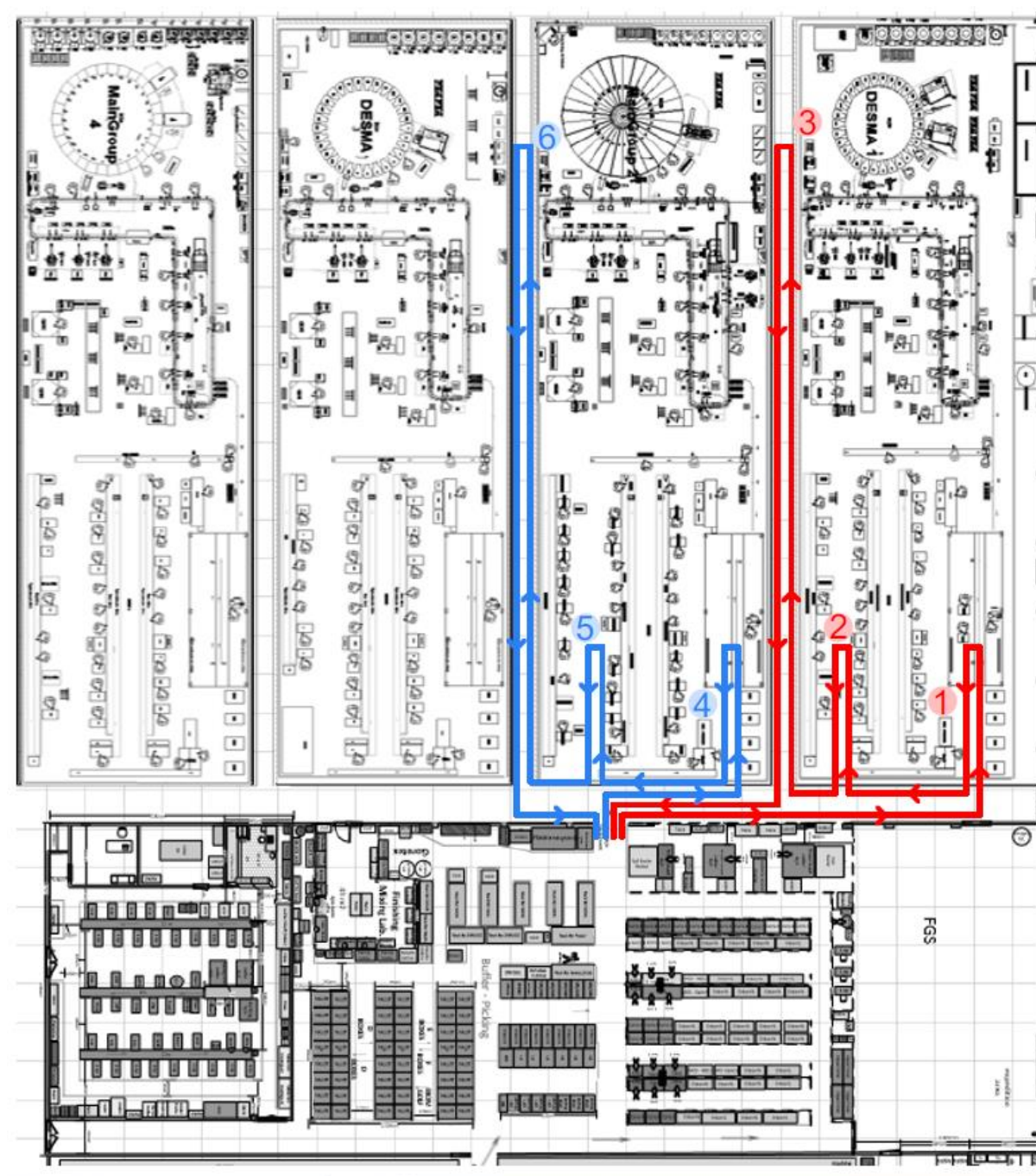


Figura 62- Mini-fábricas 1 e 2: Rota 1



- Rota 2

A rota 2 para as mini-fábricas 1 e 2 encontra-se representada na Figura 63.

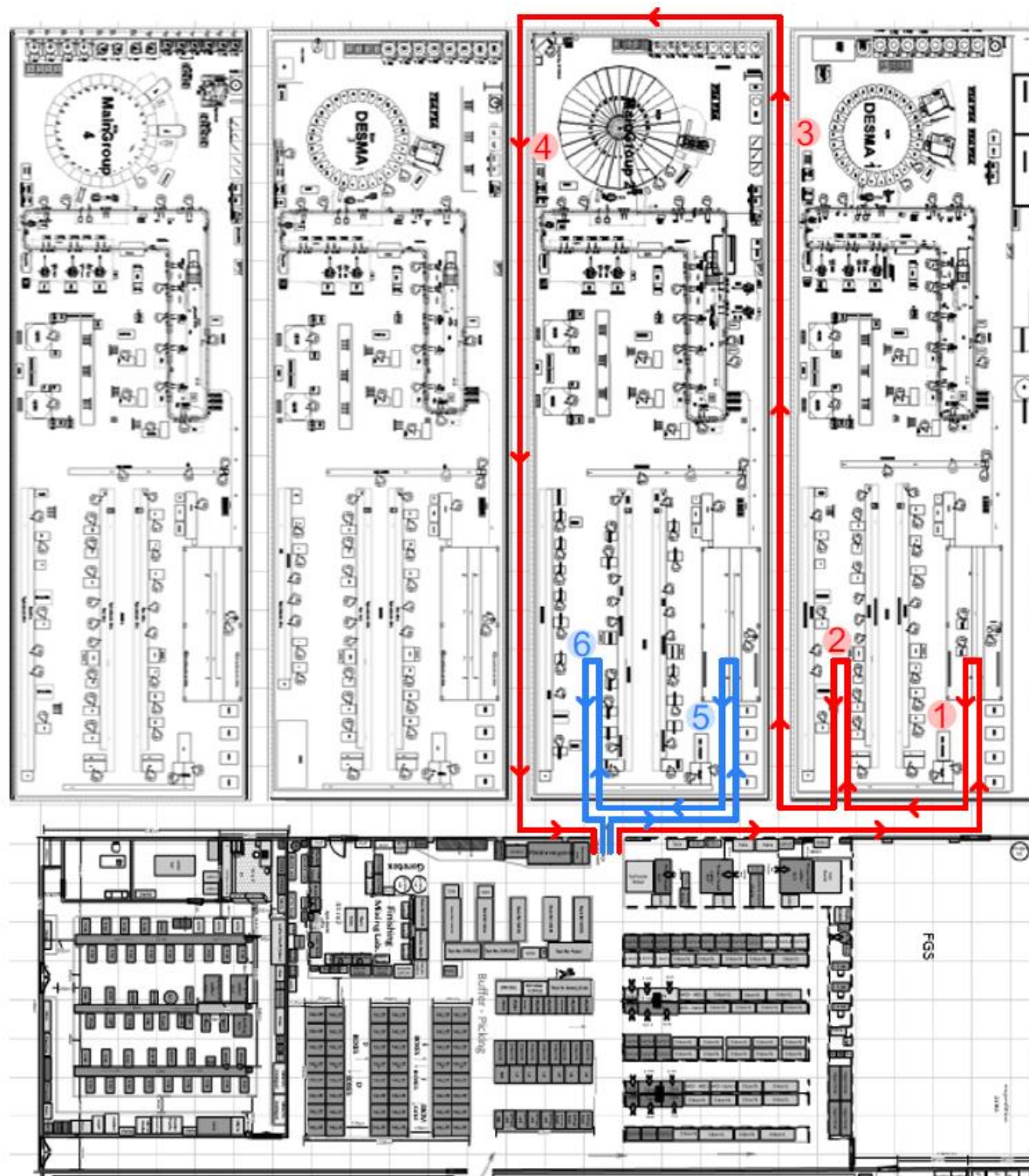


Figura 63 - Mini-fábricas 1 e 2: Rota 2

- Rota 3

A rota 3 para as mini-fábricas 1 e 2 encontra-se representada na Figura 64.

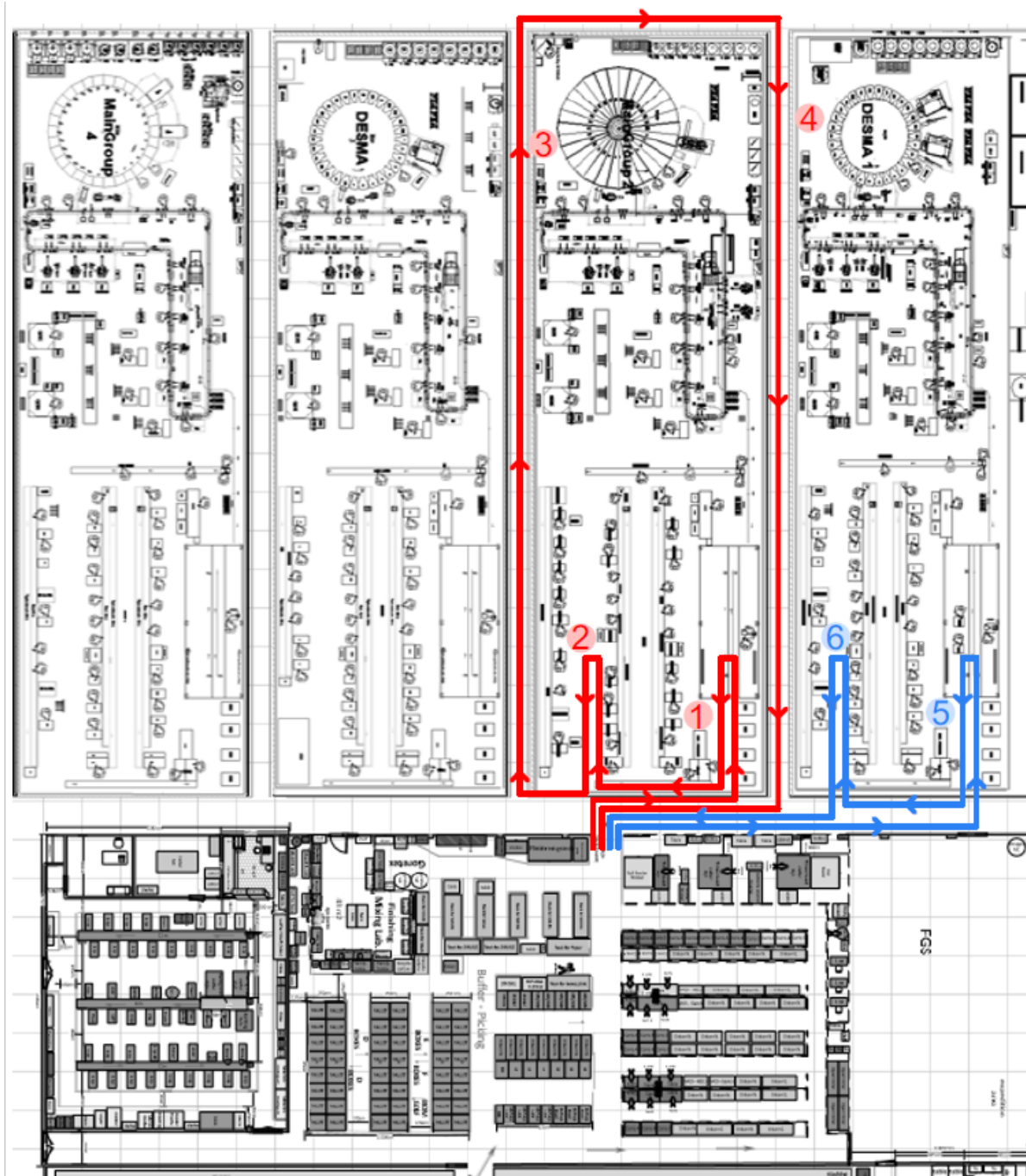


Figura 64 - Mini-fábricas 1 e 2: Rota 3

Seguem-se as três rotas possíveis para o operador das mini-fábricas 3 e 4, tendo sido escolhida a rota 3.

- **Rota 1**

A rota 1 para as mini-fábricas 3 e 4 encontra-se representada na Figura 65.

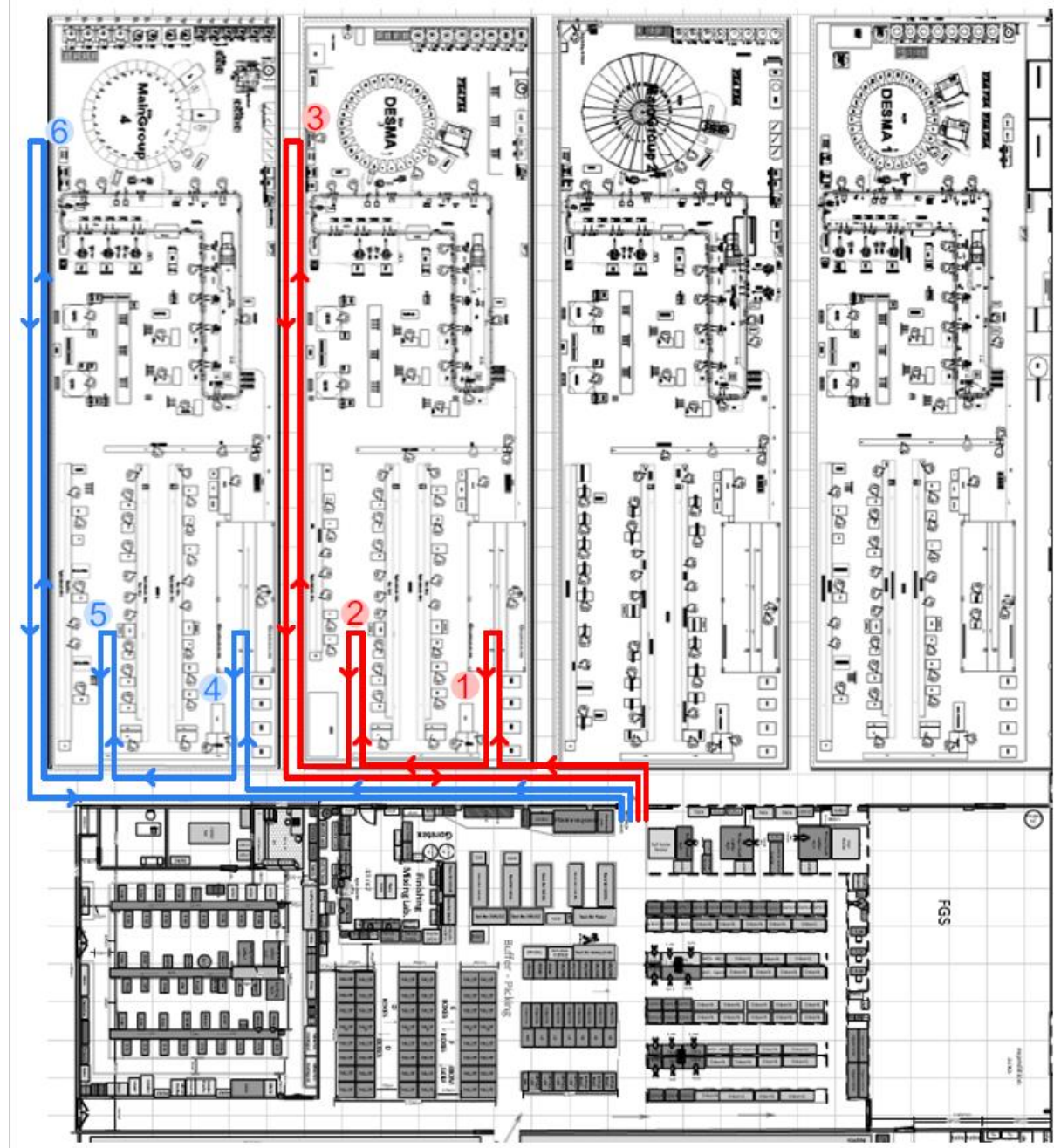


Figura 65 - Mini-fábricas 3 e 4: Rota 1



A rota 2 para as mini-fábricas 3 e 4 encontra-se representada na Figura 66.

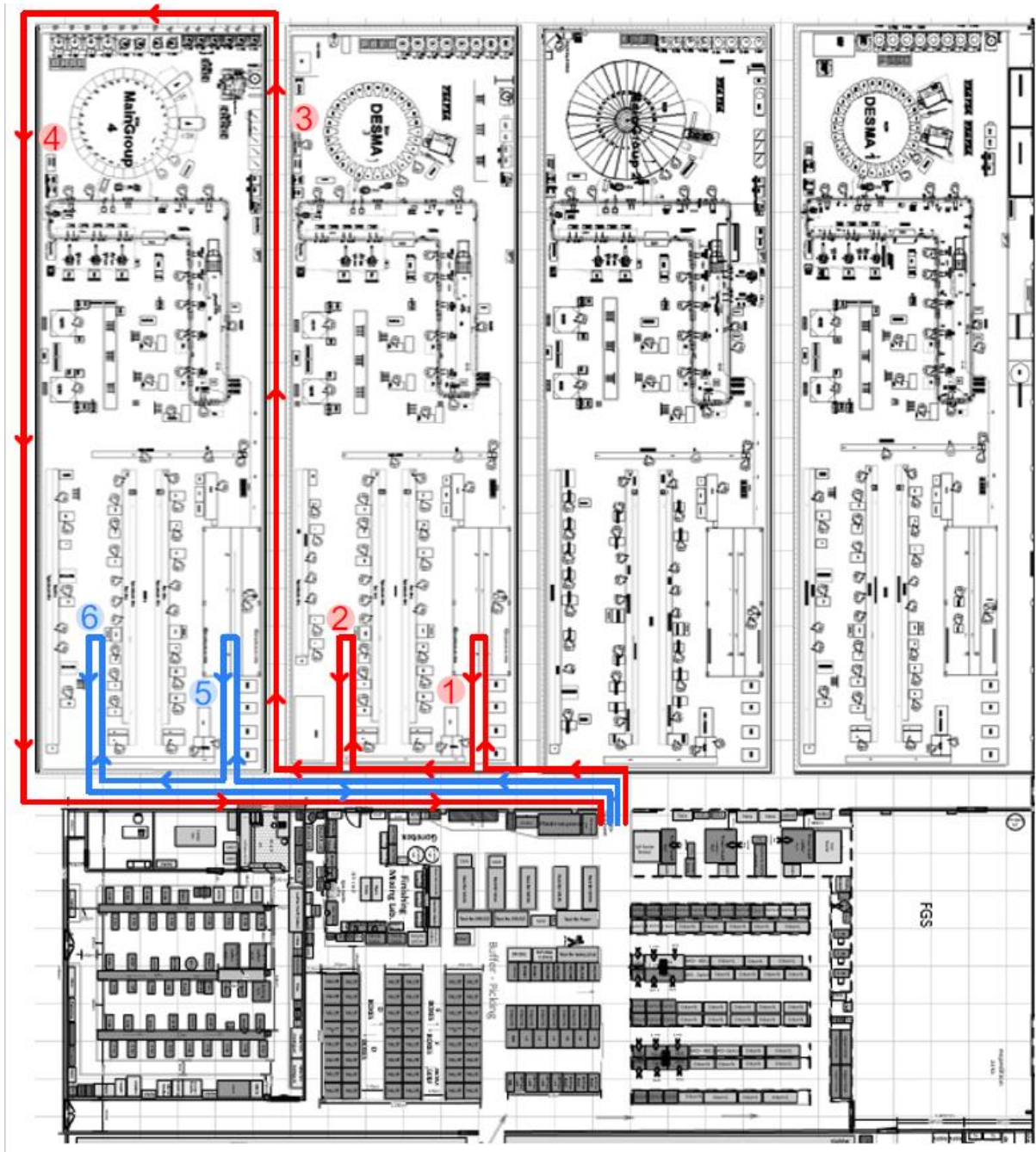


Figura 66 - Mini-fábricas 3 e 4: Rota 2

- Rota 3

A rota 3 para as mini-fábricas 3 e 4 encontra-se representada na Figura 67.

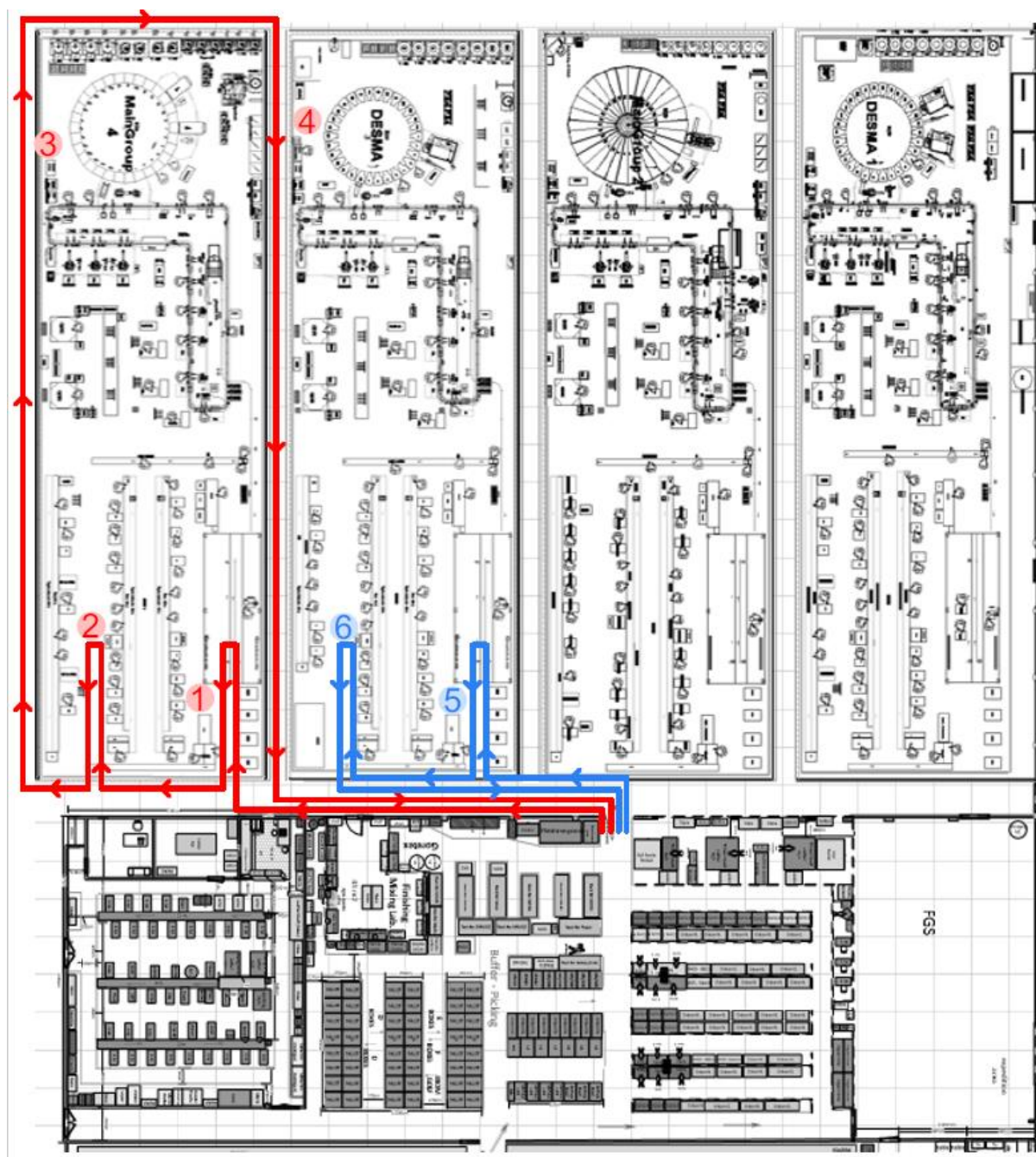


Figura 67 - Mini-fábricas 3 e 4: Rota 3

## ANEXO VII – PAUSAS DOS OPERADORES

Na Tabela 31, encontram-se os horários das pausas dos operadores das mini-fábricas, tendo em conta a que mini-fábrica pertencem e a qual turno.

*Tabela 31 - Horário das pausas dos operadores*

	<b>Mini-fábrica 1</b>	<b>Mini-fábrica 2</b>	<b>Mini-fábrica 3</b>	<b>Mini-fábrica 4</b>
<b>Turno da Manhã</b>	08:00 - 08:10	08:00 - 08:10	08:10 - 08:20	08:10 - 8:20
	11:25 - 11:45	11:30 - 11:50	11:50 - 12:10	11:55 - 12:15
<b>Turno da Tarde</b>	16:30 - 16:40	16:30 - 16:40	16:40 - 16:50	16:40 - 16:50
	19:10 - 19:30	19:15 - 19:35	19:40 - 20:00	19:40 - 20:00
<b>Turno da Noite</b>	00:30 - 00:40	00:30 - 00:40	00:40 - 00:50	00:40 - 00:50
	02:55 - 03:15	02:55 - 03:15	03:20 - 03:40	03:25 - 03:45

## ANEXO VIII – STANDARD WORK COMBINATION SHEETS PARA O ABASTECIMENTO

Na Figura 68 e na Figura 69, estão as folhas de *standard work* para o operador logístico das mini-fábricas 1 e 2 e para o das mini-fábricas 3 e 4.


			STANDARD WORK COMBINATION SHEET																	Manual work Walking									
Work Seq.	Operadores Logísticos (MF 1 e 2)	Time (min)		Operation Working Time (In Minutes)																									
		Manual	Walk	3	6	9	13	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60						
1	Recolher listas de <i>picking</i>	0,5																											
2	Verificar em que linha está cada artigo	0,67																											
3	<b>BUFFER:</b> <i>Picking</i> dos componentes para o acabamento da MF4 e para a montagem das MFs 3 e 4	12	0,77																										
4	<b>ACABAMENTO MF1 (Linha 1 e embalamento):</b> Recolher caixas kanban e repor componentes	7	0,42																										
5	<b>ACABAMENTO MF1 (Linha 2):</b> Repor componentes	3	0,72																										
6	<b>MONTAGEM MF1:</b> Repor componentes	1	0,5																										
7	<b>MONTAGEM MF2:</b> Repor componentes	1	0,78																										
8	<b>BUFFER:</b> <i>Picking</i> dos componentes para o acabamento da MF3	9	0,52																										
9	<b>ACABAMENTO MF2 (Linha 1 e embalamento):</b> Recolher caixas kanban e repor componentes	7	0,42																										
10	<b>ACABAMENTO MF2 (Linha 2):</b> Repor componentes	3																											
11	Regressar ao buffer		0,33																										
	TOTAL	48,63																											

Figura 68 - Standard Work Combination sheet (operador logístico da MF1 e da MF2)

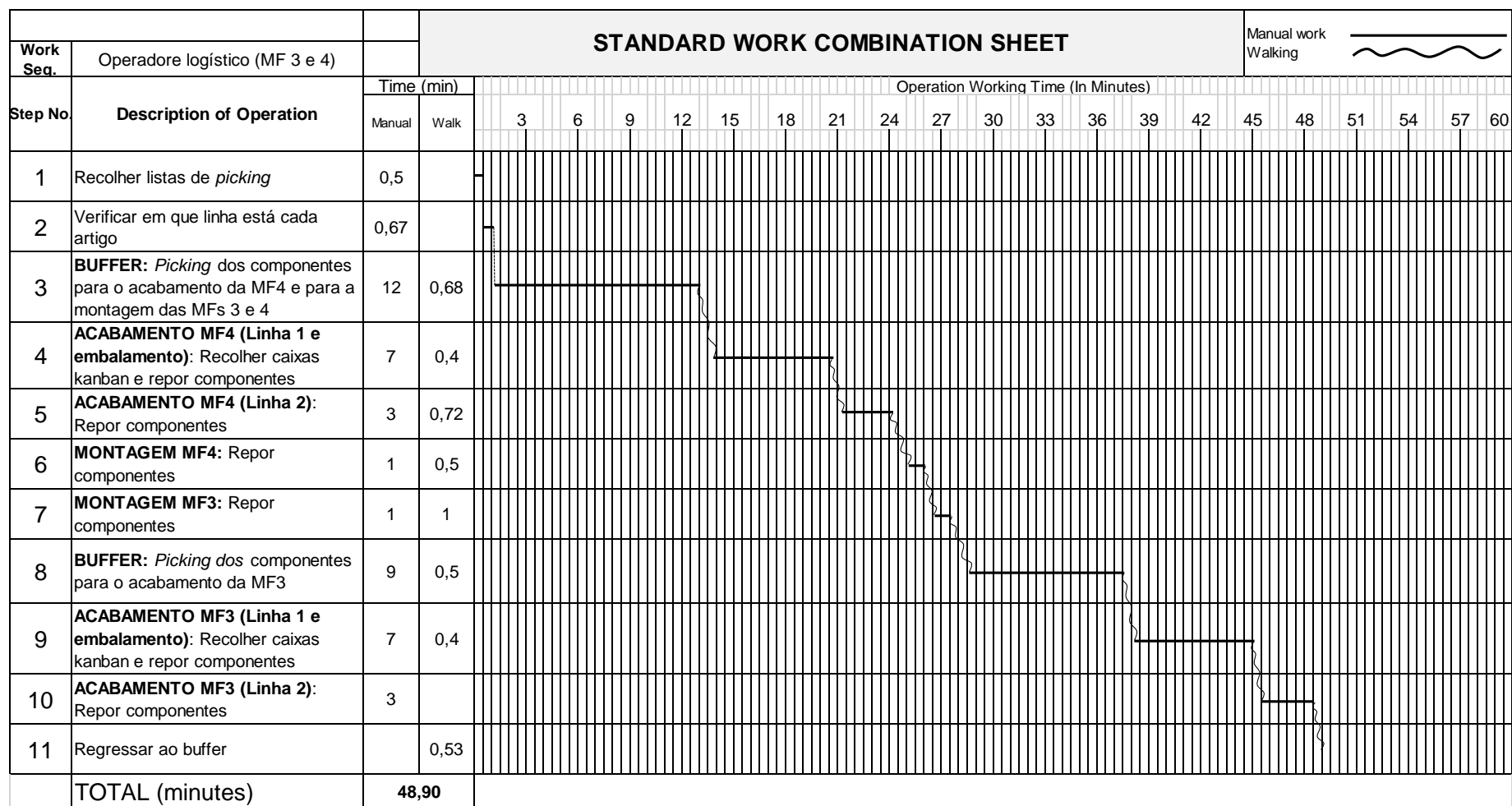


Figura 69 - Standard Work Combination sheet (operador logístico da MF3 e da MF4)